



## **PROJETO DE GRADUAÇÃO**

# **CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DE NEBULIZADORES UBV**

Por,  
**Danilo Vieira de Carvalho**  
**Luiz Felipe Paiva Serejo**

**Brasília, 30 de Novembro de 2011**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

PROJETO DE GRADUAÇÃO

**CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DE  
NEBULIZADORES UBV**

POR,

**Danilo Vieira de Carvalho  
Luiz Felipe Paiva Serejo**

Relatório submetido como requisito parcial para obtenção  
do grau de Engenheiro Mecânico.

**Banca Examinadora**

Prof. João Manoel Dias Pimenta, UnB/ ENM  
(Orientador)

---

Prof. Aida Alves Fadel, UnB/ ENM  
(Coorientadora)

---

Prof. Dianne Magalhães Viana, UnB/ ENM

---

Brasília, 30 de Novembro de 2011

## **Agradecimentos**

*Agradeço a Deus por ter iluminado os caminhos obscuros do conhecimento e pela força que me moveu até o fim desse trabalho.*

*Não posso deixar de agradecer a minha família pela generosidade, apoio e carinho.*

*Aos meus amigos verdadeiros e pessoas queridas que me acompanharam nesse trajeto por todo companheirismo, compreensão e incentivo.*

*Danilo Vieira de Carvalho*

*Pela conclusão desse trabalho, agradeço primeiramente a Deus por iluminar minha mente e meus caminhos nos momentos mais difíceis. Agradeço também às duas mulheres mais especiais da minha vida que são minha mãe Francisca Zelane Martins Paiva e minha namorada Marta Regina Machado por todo apoio, carinho e compreensão dados a mim durante a execução deste trabalho.*

*Muito Obrigado.*

*Luiz Felipe Paiva Serejo*

## RESUMO

---

Esse trabalho aborda a caracterização tecnológica de sistemas de nebulização UBV aplicados no combate ao *Aedes Aegypti* e o desenvolvimento de uma normatização de testes para avaliação desses equipamentos, além do estabelecimento de requisitos mínimos aplicáveis aos modelos costal e pesado. Como resultados finais desse estudo foram gerados documentos referentes as especificações técnicas mínimas para aquisição; elaboração de procedimentos de ensaios; determinação da eficiência de cada equipamento.

## ABSTRACT

---

This paper discusses the characterization of nebulizers ULV (Ultra Low Volume) spraying to combat the *Aedes Aegypti* and standard tests for such equipment, in addition to establishing minimum requirements for heavy and backpack models. The results were generated documents relating to the minimum technical specifications for the acquisition, development test procedures, determining the efficiency of each device.

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 IMPORTÂNCIA DO ESTUDO .....	1
1.2 ESTADO DA ARTE / REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	3
1.2.1 HISTÓRIA DOS NEBULIZADORES DE PESTICIDAS .....	3
1.2.2 Fronteiras Tecnológicas .....	5
1.2.3 Síntese .....	5
1.3 OBJETIVOS .....	5
1.3.1 Objetivos Gerais .....	5
1.3.2 Objetivos Específicos .....	6
1.4 ESTRATÉGIA DE ABORDAGEM DO PROBLEMA .....	6
1.5 ESTRUTURA DO TEXTO .....	7
<b>2. CONCEITOS TEÓRICOS E TECNOLÓGICOS.....</b>	<b>8</b>
2.1 TRATAMENTO DE PULVERIZAÇÃO DO AMBIENTE.....	8
2.1.1 NÉVOAS TÉRMICAS .....	8
2.1.2 NÉVOAS FRIAS .....	9
2.2 EQUIPAMENTOS DE PULVERIZAÇÃO DO AMBIENTE .....	9
2.2.1 EQUIPAMENTO PARA NÉVOAS TÉRMICAS .....	9
2.2.2 EQUIPAMENTOS PARA NÉVOAS FRIAS.....	11
2.3 INSETICIDAS PARA PULVERIZAÇÃO DO AMBIENTE .....	13
2.4 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A PULVERIZAÇÃO DO AMBIENTE .....	14
2.4.1 TAMANHO DAS GOTAS .....	14
2.4.2 TAXA DE FLUXO .....	16
2.4.3 CONCENTRAÇÃO DA NÉVOA.....	17
2.4.4 VELOCIDADE DO VENTO .....	17
2.4.5 DIREÇÃO DO VENTO.....	17
2.4.6 EFEITOS DA TEMPERATURA .....	18
2.4.7 PERÍODO DE TRATAMENTO.....	18
2.5 DIRETRIZES OPERACIONAIS.....	19
2.5.1 PLANEJAMENTO E NECESSIDADE DE AVALIAÇÃO.....	19
2.5.2 CALIBRAÇÃO DO EQUIPAMENTO.....	20
2.5.3 MEDIÇÃO DE GOTAS .....	20
<b>3. PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS E MATERIAIS .....</b>	<b>24</b>
3.1 ASPECTOS GERAIS .....	24
3.2 DESCRIÇÃO DO PROJETO DA BANCADA.....	24
3.2.1 NEBULIZADOR PESADO .....	24
3.2.2 NEBULIZADOR COSTAL.....	26
3.3 PRINCÍPIOS DE OPERAÇÃO DA BANCADA .....	27
3.3.1 NEBULIZADOR PESADO .....	27
3.3.2 NEBULIZADOR COSTAL.....	27
3.4 PROCEDIMENTOS PARA EXECUÇÃO DOS TESTES .....	27
3.4.1 NEBULIZADOR PESADO .....	28
3.4.2 NEBULIZADOR COSTAL.....	31
<b>4. CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DOS EQUIPAMENTOS UBV.....</b>	<b>36</b>
4.1 DETERMINAÇÃO DO TORQUE EXERCIDO PELOS MOTORES .....	36
4.1.1 ROTAÇÃO DO MOTOR .....	36
4.2 DETERMINAÇÃO DA VAZÃO.....	37
4.2.1 NEBULIZADOR PESADO .....	37
4.2.2 NEBULIZADOR COSTAL.....	39
4.3 DETERMINAÇÃO DAS TEMPERATURAS.....	40
4.3.1 NEBULIZADOR PESADO .....	40
4.3.2 NEBULIZADOR COSTAL.....	41
4.4 DETERMINAÇÃO DAS PRESSÕES.....	41
4.4.1 NEBULIZADOR PESADO .....	41
4.4.2 NEBULIZADOR COSTAL.....	42
4.5 NÍVEL DE RUÍDO.....	42
4.6 CÁLCULO DAS EFICIÊNCIAS.....	42
4.6.1 Nebulizador Pesado .....	43

4.6.2	Nebulizador Costal .....	44
<b>5.</b>	<b>ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PROPOSTAS PARA EQUIPAMENTOS UBV – COSTAL E PESADO .....</b>	<b>45</b>
5.1	NEBULIZADOR PESADO .....	45
5.1.1	APRESENTAÇÃO NA RECEPÇÃO .....	45
5.1.2	CHASSIS ESTRUTURAL .....	47
5.1.3	TANQUE DE COMBUSTÍVEL .....	48
5.1.4	MOTOR DE COMBUSTÃO .....	49
5.1.5	COMPRESSOR.....	51
5.1.6	TANQUE DE LIMPEZA (FLUSH TANK).....	53
5.1.7	LANÇA DE PULVERIZAÇÃO .....	54
5.1.8	BOCAL NEBULIZADOR (NOZZLE).....	54
5.1.9	COMANDO REMOTO .....	55
5.1.10	SISTEMA DE BOMBEAMENTO DA FORMULAÇÃO .....	56
5.1.11	PARTES ACESSÓRIAS .....	57
5.2	NEBULIZADOR COSTAL.....	57
5.2.1	PARTES ACESSÓRIAS .....	57
5.2.2	ESTRUTURA DE SUPORTE.....	58
5.2.3	TANQUE DE COMBUSTÍVEL .....	60
5.2.4	TANQUE DE FORMULAÇÃO INSETICIDA .....	62
5.2.5	MOTOR DE COMBUSTÃO .....	63
5.2.6	COMPRESSOR.....	65
5.2.7	LANÇA DE PULVERIZAÇÃO .....	66
5.2.8	BOCAL NEBULIZADOR (NOZZLE).....	67
5.2.9	PARTES ACESSÓRIAS .....	68
5.2.10	GARANTIA E ASSISTÊNCIA TÉCNICA.....	68
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÃO E PROPOSTAS FUTURAS .....</b>	<b>70</b>
<b>7.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>71</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>72</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Nebulizador portátil de névoa quente (Sciane, 2003 apud WHO, 2005). .....	10
Figura 2.2 – Nebulizador portátil (costal) de névoa fria (WHO, 2003). .....	11
Figura 2.3 – Nebulizador névoa fria montado de caminhonete (WHO, 2003). .....	12
Figura 2.4 – Nebulizador névoa fria montado em avião (WHO, 2003). .....	13
Figura 2.5 – Parâmetros do tamanho das gotas (Sciane, 2003 apud WHO, 2005). .....	16
Figura 2.6 – Rota de aplicação da névoa em relação à direção do vento (Sciane, 2003 apud WHO, 2005). .....	18
Figura 2.7 – Anemômetro de fio quente. (WHO, 2003) .....	21
Figura 2.8 – Gabarito para a medição do espectro de gotas. (Sciane, 2003 apud WHO, 2005) .....	22
Figura 2.9 – Distribuição das gotas por número e volume obtida por meio da tabela 2.3. (Sciane, 2003 apud WHO, 2005). .....	22
Figura 3.1 – Diagrama esquemático do aparato experimental a ser implementado para o modelo pesado. ....	25
Figura 3.2 – Diagrama esquemático do aparato experimental a ser implementado para o modelo costal. ....	26
Figura 4.1 – Determinação do coeficiente de descarga $C_d$ . ....	39

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 Inseticidas adequados para nebulização térmica ou fria para o controle de insetos .....	14
Tabela 2.2 Densidade e queda de gotas de névoa quando aplicada a taxa de um litro por hectare (um modelo teórico) .....	15
Tabela 2.3 Distribuição de tamanho das gotas depositadas em uma lâmina de vidro .....	23



# LISTA DE SÍMBOLOS

## Símbolos Latinos

$\dot{m}$	vazão mássica	[kg/s]
$A$	Área	[m <sup>2</sup> ]
$d$	Diâmetro	[m]
$d$	Diâmetro do tubo	[m]
$g$	Aceleração da gravidade	[m/s <sup>2</sup> ]
$I$	Corrente	[A]
$P$	Pressão	[kPa]
$PCI$	Poder Calorífico Inferior	[kJ/kg]
$P_{\text{mot.}}$	Potência desenvolvida no motor	[kW]
$Q$	Vazão Volumétrica	[m <sup>3</sup> /s]
$Q_{\text{ar}}$	Fluxo de ar	[m <sup>3</sup> /s]
$Q_{\text{líq.}}$	Vazão de líquido	[m <sup>3</sup> /s]
$T$	Temperatura	[°C]
$T_{\text{mot.}}$	Torque realizado pelo motor	[kN*m]
$U$	Tensão	[V]
$\Delta h_{\text{líq.}}$	Variação da altura de líquido	[m]
$\Delta P_{\text{líq.}}$	Variação de pressão do líquido	[kPa]
$\Delta t$	Intervalo de tempo	[s]
$\Delta V_{\text{líq.}}$	Variação do volume de líquido	[m <sup>3</sup> ]

## Símbolos Gregos

$\omega_{\text{eixo}}$	Velocidade de rotação do eixo acoplado do motor	[rad/s]
$\Delta$	Variação entre duas grandezas similares	
$\rho$	Densidade	[m <sup>3</sup> /kg]

## Grupos Adimensionais

$Re$	Número de Reynolds
$C_d$	Coeficiente de descarga
$\eta_{\text{mot.}}$	eficiência térmica do motor
$\eta_{\text{comp.}}$	eficiência do compressor
$\eta_{\text{B.F.}}$	eficiência da bomba de formulação

## Subscritos

<i>comb.</i>	combustível
<i>form.</i>	formulação
<i>liq.</i>	líquido

## Siglas

DNM	Diâmetro do Número Médio
DVM	Diâmetro do Volume Médio

FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
MS	Ministério da Saúde
OMS	Organização Mundial de Saúde
PVC	Policloreto de Polivinila
SVS	Secretaria de Vigilância em Saúde
UBV	Ultra Baixo Volume
UBV-T	Ultra Baixo Volume - Térmico
WHO	<i>World Health Organization</i>
WHOPES	<i>World Health Organization Pesticide Evaluation Scheme</i>

# 1. INTRODUÇÃO

*Este capítulo apresenta o contexto social do estudo de nebulizadores UBV (Ultra Baixo Volume), o estado da arte, as fronteiras tecnológicas, os objetivos, a estratégia de abordagem do problema e a estrutura do trabalho.*

## 1.1 IMPORTÂNCIA DO ESTUDO

A dengue é considerada um problema de saúde pública no Brasil, projeções do Ministério da Saúde apontam para um crescimento significativo do número de casos em 2011 principalmente no período das chuvas. A estimativa da Organização Mundial de Saúde (OMS) “*World Health Organization – WHO*” é que de 50 a 100 milhões de pessoas se infectem anualmente em todos os continentes (mais de 100 países) com exceção da Europa. Desses casos, segundo o Ministério da Saúde, a taxa de mortalidade para pacientes hospitalizados é cerca de 10% em consequência das complicações decorridas da doença, como hemorragia interna e desidratação. (Rio Contra a Dengue, 2011)

Para o combate à doença é utilizada principalmente a prevenção por meio da conscientização da população sobre aspectos como a eliminação de criadores do vetor, *Aedes Aegypti*. A estratégia principal é o combate ao vetor na fase larval para que transmissão possa ser controlada.

Esse trabalho é feito no Brasil principalmente por meio de campanhas preventivas que alertam os cidadãos sobre os perigos da doença, instruindo as pessoas a deixarem objetos que possam acumular água limpa, tais como: caixa d’água, tanques e cisternas devidamente fechados e a não deixarem água parada em locais como: vasos de plantas, garrafas, calhas de telhados etc. O ovo do mosquito da dengue é bastante resistente, podendo sobreviver meses mesmo em local seco, e tornando-se ativo ao receber água. As larvas do mosquito chegam à fase adulta em um período de dois 2 a 3 dias. Assim, os agentes de saúde percorrem as cidades para aplicar larvicidas em locais onde não é possível eliminar o acúmulo de água (Cria Saúde, 2011).

Ainda que ocorra redução nos índices de infectados, hospitalizados e mortes por causa da doença é importante que não sejam interrompidas as ações preventivas por não existirem vacinas para a imunização e medicamentos para a cura da doença.

Porém, quando essas medidas preventivas não forem adotadas ou forem insuficientes o vetor poderá proliferar-se novamente podendo gerando novos surtos e epidemias. Nesses casos, a alternativa emergencial e paliativa é o combate ao mosquito na fase alada por meio de inseticidas pulverizados nas localidades de maiores índices de contaminação, de hospitalização e morte por causa da doença.

O nebulizadores mais usados no Brasil são do tipo UBV nos modelos portátil (costal) e pesado (montado em caminhonete). Os nebulizadores UBV são preferíveis principalmente por terem névoa

translúcida, não interrompendo o trânsito de veículos, e produzirem gotículas com mínima quantidade de inseticidas.

Esses equipamentos são comprados pela SVS/MS (Secretária de Vigilância em Saúde/Ministério da Saúde) para serem usados em casos emergenciais. A frequência das compras é de 2 em 2 anos, na última compra foram adquiridos 375 portáteis (costal) e 60 pesados (montados em caminhonete) totalizando cerca de R\$ 2 milhões e contando com as caminhonetes compradas para carregar os equipamentos pesados esse valor pode chegar a R\$ 5 milhões.

A Universidade de Brasília e a SVS/MS já tiveram trabalhos feitos anteriormente que visaram a elaboração de especificações técnicas dos nebulizadores nos modelos portátil (costal) e pesado (montado em caminhonete) e testes de conformidade desses equipamentos. Com a utilização dessas especificações técnicas nos editais de licitação a SVS/MS notou a necessidade de uma revisão e atualização das mesmas e demandou esse trabalho a Universidade de Brasília. Essa necessidade surgiu porque foram verificadas algumas restrições que têm eliminado do certame produtos que poderiam ser utilizados, por outro lado esse trabalho devia ser ponderado porque essas especificações também têm a finalidade de estimular os fabricantes a solucionarem os requisitos mínimos que não atenderam ao especificado e resultaram a sua eliminação do certame.

O espectro de gotas formadas pelos nebulizadores ao atingirem os mosquitos *Aedes Aegypti* na fase alada é quem causa a efetiva diminuição na propagação da dengue. O tamanho da gota é importante nesse processo de nebulização porque gotas muito pequenas são repelidas pela turbulência causada pelo movimento das asas do mosquito não os atingindo e gotas muito grandes ficam menos tempo em suspensão para atingir os mosquitos.

Com isso, esse estudo sobre a análise do espectro de gotas é tema de outro trabalho de graduação que foi elaborado paralelo a esse. Assim, a análise do espectro de gotas junto ao controle das variáveis dos nebulizadores permite a melhor calibração para obter-se a economia de inseticidas e menores impactos ambientais.

A névoa é depositada no solo após a aplicação de pesticidas e o excesso de inseticidas no solo pode afetar o meio ambiente mesmo que atualmente as formulações a base de água sejam mais usadas do que as formulações a base de óleo.

Portanto, ao caracterizar os aspectos de engenharia mais relevantes para o bom desempenho dos equipamentos nas ações de combate a dengue é possível a elaboração de uma especificação técnica adequada para o processo de licitação, documentar a metodologia utilizada nos testes de conformidade e calibrar os nebulizadores para que operem com melhor eficiência e menor impacto ambiental.

## 1.2 ESTADO DA ARTE / REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 1.2.1 HISTÓRIA DOS NEBULIZADORES DE PESTICIDAS

A OMS tem uma comissão para tratar sobre os nebulizadores e pesticidas para o combate a vetores de doenças. Essa comissão é formada por representantes de governos, fabricantes de nebulizadores e pesticidas, instituições de pesquisa, centro colaboradores e de outros programas da OMS. Assim, a OMS coleta, consolida, avalia e divulga informações sobre o uso de pesticidas. Para tanto, ela estuda a segurança, a eficácia e aspectos operacionais dos equipamentos e pesticidas e também desenvolve especificações para o controle de qualidade no comércio internacional.

A OMS, em 1977, ressaltou a importância da determinação do tamanho das gotas, da calibração dos nebulizadores e comentou sobre os principais fatores para a compra dos equipamentos pulverizadores. Na seleção dos equipamentos para aplicação de inseticidas é necessária: a adequação dos equipamentos para o tipo de operação, a disponibilidade do modelo, peças de reposição próximas as áreas de aplicação, e o custo do equipamento (incluído o custo das peças de reposição nas áreas de aplicação). Além disso, o equipamento deve ser testado na oficina e avaliado no campo para estabelecer a adequação do equipamento para o uso na área de ação e para determinar a sua eficácia no controle do vetor, bem como aplicar teste de avaliação com pesticidas, pois suas formulações degradam os equipamentos.

Para tanto, foi elaborada uma revisão das especificações, requisitos mínimos e procedimento de ensaios, de equipamentos UBV montadas em veículos automotores (OMS, 1989). Por meio dessa revisão foi feito o terceiro manual para equipamentos para controle de vetores que relatou sobre o planejamento e a gestão para a integração dos métodos e os fatores a serem considerados para a aplicação dos pesticidas. Tratou também sobre os variados tipos de componentes dos equipamentos e mostrou um guia para auxiliar na seleção dos equipamentos mais adequados para a proposta de combate a ser implementada. (OMS, 1990)

No Brasil, A FUNASA (Fundação Nacional de Saúde) elaborou um manual para instrução de agentes de combate a dengue. Nele é relatado sobre as fases do mosquito e explica que os nebulizadores UBV devem ser usados apenas em casos de epidemia. Além disso, caracteriza as vantagens e desvantagens da aplicação de inseticidas para o combate na fase alada, tais como: redução rápida da população adulta do *Aedes Aegypti*, alto rendimento com maior área tratada por unidade de tempo, melhor aderência das partículas ao corpo do mosquito adulto, podem ser lançadas a distâncias compatíveis com a largura de quarteirões; em contrapartida: exige mão-de-obra especializada, sofre influência de fatores climáticos, pouca ou nenhuma ação sobre as formas imaturas do vetor. (FUNASA, 2001).

Em 2002, um nebulizador UBV no modelo costal foi caracterizado operacionalmente a fim de estudar a aplicação dos pesticidas em condições de campo. O experimento utilizou dois orifícios dosadores e sete ângulos da lança do pulverizador. E com isso foi verificado que o disco dosador de menor diâmetro apresentou maior uniformidade de vazão, a variação da rotação do motor não influenciou nos

resultados de vazão média, a alta correlação entre pressão e vazão média próximo ao bocal, e ângulos abaixo ao plano horizontal depositam menor quantidade de produto na mangueira assim como ângulos maiores em relação ao plano vertical depositam maior quantidade de produto. (Da Costa, 2002)

Em 2003, a OMS com o objetivo de otimizar o processo de combate ao mosquito na fase alada relatou sobre os equipamentos disponíveis explicitando suas melhores aplicações e limitações. E fatores que devem ser considerados no processo de aplicação dos inseticidas, tais como: tamanho ótimo de gotas, concentração de inseticida, velocidade do vento, direção do vento, efeitos da temperatura, horário da aplicação. (OMS, 2003)

Em 2005, estudou os nebulizadores UBV no modelo pesado (montado em caminhonete) a fim de caracterizar os aspectos de engenharia mais importantes desses equipamentos. Esse trabalho permitiu a elaboração de uma especificação técnica e testes de conformidade para a compra desses equipamentos pela SVS/MS (Secretaria de Vigilância em Saúde/Ministério da Saúde). (Sciane, 2005)

Em 2006, a OMS publicou uma padronização dos desenvolvimentos das especificações para os principais equipamentos usados para aplicação de pesticidas para o controle de vetores em substituição as orientações apresentadas em 1990 (OMS, 2006). Essa especificação contém o padrão mínimo requerido defendido pela OMS, e incorpora os avanços tecnológicos no campo. Os métodos de ensaio descritos nesse documento destinam-se à avaliação dos equipamentos sendo usados com a manutenção de acordo com as orientações do fabricante.

Ainda em 2006, foi publicado também outro documento de orientações para o uso de métodos químicos para controle de vetores e pestes (OMS, 2006). Ele fornece informações práticas de segurança e eficaz uso de pesticidas, bem como informações sobre a utilização de produtos químicos para a proteção individual e domiciliar a pragas de insetos e roedores.

Para preconizar o uso racional de inseticidas foram descritos os principais compostos usados e seus efeitos no mecanismo de resistências por seleção feita pelas populações do vetor (Valle, 2007). Com isso, ressaltou-se a importância do caráter emergencial para a aplicação de pesticidas e do monitoramento e manejo da resistência do vetor.

Uma vez que carros utilitários, comumente usados para pulverização de inseticidas, não conseguem acessar ambientes como vielas de condomínios ou alguns ferros-velhos podem ser usadas motocicletas com nebulizadores térmicos adaptados ao seu funcionamento. (Cunha, 2009)

Posteriormente, foi submetida à revisão a normalização feita em 2006 referentes aos nebulizadores utilizados em saúde pública. (OMS, 2010)

## **1.2.2 FRONTEIRAS TECNOLÓGICAS**

As novas tecnologias referentes aos sistemas de nebulização para o combate ao *Aedes Aegypti* abordam a utilização de equipamentos montados em motocicletas e um sistema misto chamado UBV-T.

No rio de Janeiro foi desenvolvido um sistema de nebulização térmica embutido em motocicletas para percorrer vielas, becos e locais inacessíveis para as caminhonetes. Porém, a névoa térmica possui um odor forte que pode influenciar na não colaboração da população para o processo.

Foi desenvolvido também equipamentos UBV-T preparado para alternar seu funcionamento entre os métodos UBV e térmico para permitir uma maior flexibilidade de estratégias de combate ao mosquito.

Em equipamentos portáteis (costais) o peso é um fator importante por ser carregado nas costas do operador e deve permitir o mínimo de reabastecimentos para diminuir a quantidade de paradas durante o processo de aplicação.

## **1.2.3 SÍNTESE**

Os nebulizadores UBV foram estudados e avaliados pela OMS que forneceram informações sobre os conceitos teóricos sobre as estratégias de aplicação, sobre os equipamentos e sobre os pesticidas. Esses estudos servem como diretrizes de parâmetros para esse trabalho.

Sciani elaborou um estudo voltado para os nebulizadores no modelo pesado (montado em caminhonete) com objetivos propostos semelhantes a esse trabalho, sendo que esse trabalho visa a revisão e a atualização das especificações feitas por ele e a documentação da metodologia adotada.

Da Costa estudou os nebulizadores UBV no modelo costal com foco nos bocais aspersores de pesticidas diferentemente do foco desse trabalho.

As novas tecnologias feitas nesses equipamentos não muito elaboradas, porém disponibilizou a possibilidade da utilização de novas estratégias de combate.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 OBJETIVOS GERAIS**

Fornecer ao Ministério da Saúde subsídios para a correta especificação dos nebulizadores UBV dos modelos costal e pesado, nos processos licitatórios, indicando às empresas fornecedoras as especificações técnicas necessárias ao melhor desempenho do equipamento.

### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Esse trabalho tem como principais objetivos:

- Obter a caracterização dos aspectos e variáveis operacionais mais relevantes para os nebulizadores UBV dos modelos costal e pesado;
- Estabelecer os parâmetros de controle na construção de uma bancada de testes, capaz de quantificar a eficiência de ambos equipamentos nebulizadores UBV, costal e pesado;
- A revisão do conjunto vigente de especificações técnicas mínimas e a normatização de procedimentos experimentais adotados durante o teste dos equipamentos;
- Conceber o projeto conceitual da bancada de testes incluindo a especificação e posicionamento de sensores e procedimentos de teste.

### **1.4 ESTRATÉGIA DE ABORDAGEM DO PROBLEMA**

Esse trabalho foi dividido em duas fases:

- Fase 1 - Preparação do Estudo

Nessa fase, efetua-se uma revisão bibliográfica, seguida de um planejamento experimental relacionado ao tema em estudo. O serviço a prestar nesta fase consiste da execução das seguintes atividades:

- Revisão bibliográfica identificando: Tecnologias de nebulização, Características de equipamentos concorrentes de nebulização disponíveis no mercado, Técnicas de medição de espectro de gotas em sprays; Normas internacionais para ensaios de nebulizadores.
- Planejamento experimental incluindo: Projeto básico de instrumentação; Identificação de materiais necessários.

- Fase 2 – Padronização de ensaios e especificações

Na fase subsequente, efetua-se um aprofundamento teórico sobre os testes de desempenho e as especificações técnicas. O serviço nesta fase consiste da execução das seguintes atividades:

- Revisão e elaboração de documento padrão das especificações técnicas mínimas para nebulizadores UBV, modelos costal e pesado;
- Elaboração de documento padrão de execução de testes de desempenho para nebulizadores, modelos costal e pesado.



## **1.5 ESTRUTURA DO TEXTO**

O capítulo 1 discorre sobre a importância do estudo, o estado da arte, as fronteiras tecnológicas, os objetivos e a estratégia de abordagem do problema.

No capítulo 2 apresentam-se os principais conceitos teóricos e tecnológicos sobre o tema abordado.

O capítulo 3 descreve os procedimentos experimentais e os materiais necessários para sua execução.

No capítulo 4 são abordados os critérios de avaliação de desempenho dos nebulizadores UBV.

No capítulo 5 são apresentadas as especificações técnicas propostas para os nebulizadores UBV.

O capítulo 6 encerra o texto com as conclusões e as propostas para trabalhos futuros.

## 2. CONCEITOS TEÓRICOS E TECNOLÓGICOS

*Este capítulo apresenta os principais conceitos teóricos e tecnológicos acerca dos sistemas nebulização para o combate ao vetor da dengue.*

Todos os conceitos teóricos e tecnológicos apresentados neste capítulo foram definidos a partir dos tratamentos de pulverização para controle de pestes da OMS (2003). Esse documento descreve tipos de tratamento de pulverização, equipamentos e inseticidas. Também enumera considerações gerais acerca do processo de pulverização e estabelece diretrizes operacionais. Documentos publicados em anos posteriores não tiveram objetivo de atualizar essas informações, por isso não foram utilizados na produção desse texto.

### 2.1 TRATAMENTO DE PULVERIZAÇÃO DO AMBIENTE

As pulverizações de inseticidas podem ser obtidas por dois processos distintos para a formação da névoa inseticida: névoas térmicas e névoas frias. A seguir apresentam-se as características de cada um.

#### 2.1.1 NÉVOAS TÉRMICAS

As névoas térmicas formam o espectro de gotas pela vaporização da formulação inseticida por meio do contato entre um inseticida diluído em óleo e um gás quente. O gás é aquecido por meio de um motor comum ou jato pulsante (*pulse jet*). Quando a solução vaporizada sai do bocal e entra em contato com o ar do ambiente ocorre a condensação da mesma formando-se uma nuvem densa e branca cujas gotas são menores que 20µm. Os tamanhos das gotas dependem da interação de variáveis como formulação, taxa de fluxo e temperatura do bocal (geralmente >500°C). O volume da mistura usada para o controle de vetor é geralmente entre 5 a 10 litros por hectare, com um máximo de 50 litros por hectare.

Esse método possui como vantagem o monitoramento da dispersão e da penetração, aliado à baixa concentração de ingrediente ativo na mistura que reduz a exposição do operador.

Por outro lado, grandes volumes de solventes orgânicos são usados como diluentes que podem prejudicar a pintura de veículos e gerar forte odor, resultando na tendência da população obstruir a penetração da névoa nas habitações. Além disso, o alto custo dos solventes e o risco de incêndio gerado pela combinação das altas temperaturas de operação do equipamento são pontos negativos no emprego deste.

## **2.1.2 NÉVOAS FRIAS**

As névoas frias formam o espectro de gotas por meio da separação mecânica da mistura. Para tanto, podem ser usados: bocal de alta pressão; fluxo lento da mistura por um vórtex de ar a alta velocidade; e bocais giratórios de alta velocidade.

Nesse tratamento o volume da formulação é mantido mínimo porque as gotas são formadas sem calor externo, isso torna o custo de aplicação mais baixo e reduz o risco de incêndios. O impacto ambiental também é reduzido porque formulações a base de água também podem ser usadas. Algumas formulações podem ser disponibilizadas prontas reduzindo a exposição do operador e o tempo de reabastecimento, o que torna esse tratamento mais seguro e eficaz.

As névoas frias são praticamente invisíveis e por isso não promovem distúrbios no trânsito de veículos, permitindo seu amplo uso em cidades. Por outro lado, a névoa translúcida dificulta o seu monitoramento o que acarreta a necessidade de calibrações frequentes nos equipamentos para garantir a eficácia na aplicação. Assim, exige-se maior capacitação técnica dos profissionais.

## **2.2 EQUIPAMENTOS DE PULVERIZAÇÃO DO AMBIENTE**

### **2.2.1 EQUIPAMENTO PARA NÉVOAS TÉRMICAS**

As máquinas de pulverização térmicas misturam a formulação de inseticida a um fluxo de gás quente, a viscosidade da formulação é alterada e vaporiza formando a névoa. Apesar da alta temperatura, testes com alguns inseticidas recolhidos na ponta do jato mostraram pequena degradação do ingrediente ativo, isso porque o tempo para a variação na temperatura não é longo o suficiente (uma fração de segundos) para uma degradação significativa da formulação que inviabilize o processo.

#### **2.2.1.1 PORTÁTEIS (COSTAIS)**

Quando o local de tratamento tem tamanho ou acesso limitados, por exemplo: casas, hotéis e mercados são utilizados os equipamentos portáteis. Os nebulizadores térmicos dividem-se em dois tipos: os de jato pulsante (*pulse jet*) e o de atrito em placas (*friction plate*), ilustrado na Figura 2.1.

As máquinas de jato pulsante misturam o inseticida dentro do fluxo de gás quente no bocal para produzir a névoa de aplicação. Para tanto, o equipamento utiliza para a ignição do motor bateria para a formação de uma centelha e uma bomba para fornecer combustível a câmara de combustão. O processo é mantido por meio dos gases aquecidos que incendeiam as misturas de ar e combustível subsequentes produzindo um forte ruído pulsante. Assim, a operação só é interrompida quando cessa a alimentação de combustível no carburador por meio de uma válvula de segurança que interrompe fluxo de inseticida quando o motor parar de funcionar.

Os gases quentes ao saírem da câmara de combustão percorrem um longo tubo até o bocal para formação da névoa, a taxa de fluxo pode atingir taxas próximas a 25 litros/hora sendo controlada por meio de uma válvula.

As máquinas de atrito em chapas trabalham em temperaturas menores que as de jato pulsante, isso porque ocorre um pré-aquecimento do inseticida dissolvido em óleo antes de ser misturado com os gases aquecidos pelo motor (de 1 a 3 hp) no bocal. Esse pré-aquecimento acontece no tanque de formulação pelo motor por meio de chapas de atrito que também são ligadas a bomba do tanque de inseticidas, assim à medida que o pré-aquecimento ocorre o inseticida é enviado pela bomba ao bocal.

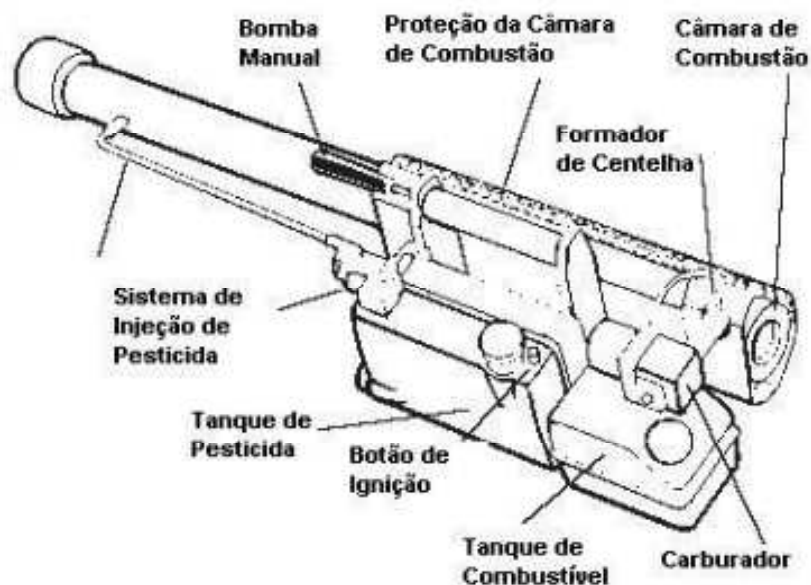


Figura 2.1 – Nebulizador portátil de névoa quente (Sciane, 2003 apud WHO, 2005).

### 2.2.1.2 MONTADOS EM VEÍCULOS

A pulverização por meio de nebulizadores térmicos montados em veículos é considerada a mais eficaz por percorrer grandes áreas e a névoa ter melhor contato com os vetores. Existem dois tipos de nebulizadores térmicos veiculares: os montados em veículos utilitários e os montados em motocicletas.

Os equipamentos montados em veículos utilitários podem percorrer grandes áreas para aplicação e atingir taxas de descarga de aproximadamente 10 litros por minuto, porém é limitado o seu acesso a algumas áreas devido ao tamanho do veículo. A mistura entre os gases quentes e o inseticida diluído ocorre numa cuba na extremidade do equipamento nebulizador ou no bocal. Os gases saem do motor (refrigerado a ar) a temperaturas entre 426 a 648°C.

Os equipamentos montados em motocicletas podem percorrer vielas, ferros-velhos e outros locais de difícil acesso aos veículos utilitários e podem atingir taxas de descarga de aproximadamente 0.3 litros por minuto. A mistura entre os gases quentes provenientes do funcionamento do motor do veículo e a solução de inseticida ocorre no escapamento da motocicleta. Para isso é usado uma bomba centrífuga, um módulo com microprocessador para controlar a vazão, condutores de líquido, um pino injetor de

líquido no interior do cano do escapamento revestido por um tecido cerâmico e por um reservatório para a solução de inseticida com capacidade de 25 litros.

### 2.2.1.3 MONTADOS EM AVIÃO

Os nebulizadores montados em avião têm seu uso justificado para aplicação em áreas de difícil acesso para equipamentos de solo e/ou área extensa, dessa forma sua utilização é muito limitada. A solução diluída é misturada aos gases do exaustor, adaptado com aletas para turbilhonar a névoa, do avião.

## 2.2.2 EQUIPAMENTOS PARA NÉVOAS FRIAS

As máquinas de pulverização para névoas frias misturam o inseticida diluído a um fluxo de ar e a névoa é formada por meio de um dispositivo mecânico ao final do tubo do soprador, o bocal. Esses equipamentos são conhecidos pelo termo Ultra Baixo Volume (UBV) por serem capazes de originar névoa de gotículas líquidas em aplicações de pequena quantidade de inseticida, da ordem de 0.000468 litros/m<sup>2</sup> ou para produção de gotas dentro de uma faixa de tamanhos que não devem ser superiores a 30 micras.

### 2.2.2.1 PORTÁTEIS

Os nebulizadores para névoas frias portáteis (Figura 2.2) são usados para aplicação em locais de difícil acesso por serem equipamentos pequenos, não ultrapassam 25 kg. O motor aciona o soprador de ar pela lança e, em alguns casos, fornece uma leve pressão negativa no reservatório da formulação e a mistura entre a formulação e o fluxo de ar ocorre no bocal de saída onde é gerada a névoa.

A maioria dos equipamentos possui motores entre 1 a 3 hp, a gasolina e de 2 tempos. Existem unidades na forma de mochilas e vários modelos acionados eletricamente. Uma válvula calibrada ou um orifício fixo ou móvel controla a taxa de fluxo que pode variar entre 1 a 4 litros.

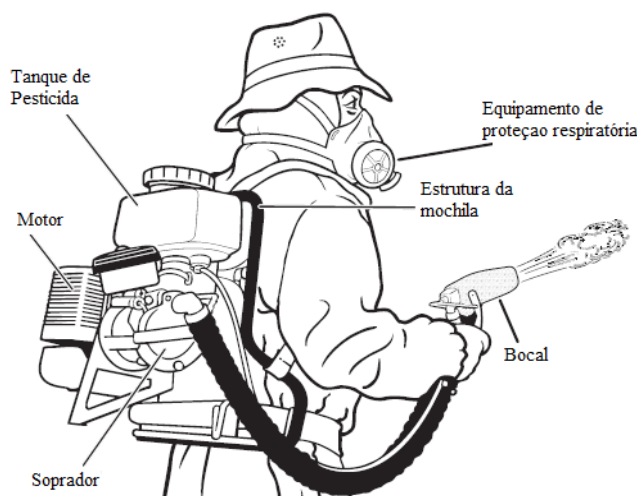


Figura 2.2 – Nebulizador portátil (costal) de névoa fria (WHO, 2003).

### 2.2.2.2 MONTADOS EM VEÍCULOS

Os nebulizadores para névoas frias montados em veículos (Figura 2.3) são equipamentos maiores, não ultrapassam 250 kg. Os equipamentos podem ser acionados por motores entre 5 a 20hp de 4 tempos a gasolina. O compressor ou soprador pode forçar o ar a uma taxa de  $6\text{m}^3$  por minuto a baixa pressão (50kPa) para um ou mais bocais. Para enviar a formulação ao bocal podem ser usadas bombas de deslocamento positivo ou pressurizar o reservatório da formulação. Caso as bombas sejam ligadas eletricamente ao veículo o bombeamento pode variar em função da velocidade do veículo. Assim, o nebulizador cessa a pulverização quando o veículo está parado.

Os bocais usados nessas máquinas variam de acordo com a aplicação industrial, por exemplo: bocais para pistola de pintura, bocais próprios, bocais giratórios que operam em velocidades muito altas.

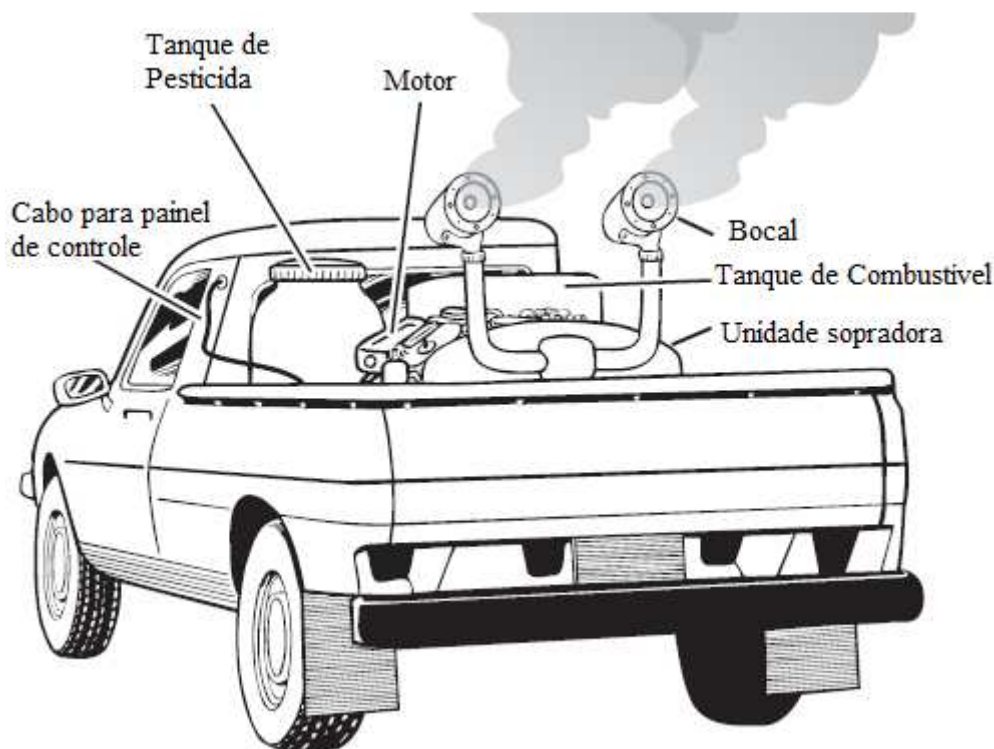


Figura 2.3 – Nebulizador névoa fria montado de caminhonete (WHO, 2003).

### 2.2.2.3 MONTADOS EM AVIÃO

A nebulização por avião e por helicóptero pode ser usada para aplicação de névoas frias. Os bocais convencionais de baixo volume (como flat fan) têm sido usados para criar névoas com pequenas gotas usando pressões moderadas e altas. Porém, o espectro de gotas é geralmente pobre tornando os atomizadores rotativos ou sistemas de alta pressão preferenciais. Os atomizadores rotativos por meio de um motor elétrico ou de uma hélice de ventilação acionada pela velocidade do avião giram uma tela metálica cilíndrica a alta velocidade. Assim, a força centrífuga e o ar turbulento divide o líquido em pequenas gotas. Como o ângulo das hélices pode ser ajustado à velocidade de rotação do atomizador, essa pode ser ajustada em relação à velocidade do avião.

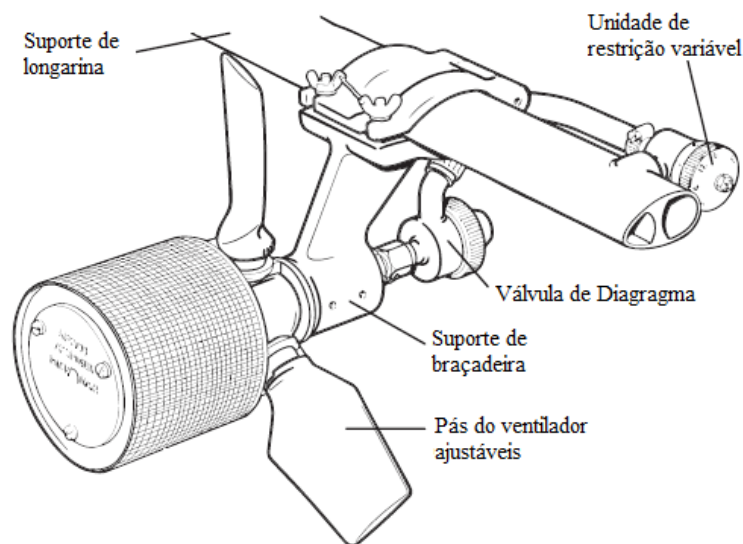


Figura 2.4 – Nebulizador névoa fria montado em avião (WHO, 2003).

## 2.3 INSETICIDAS PARA PULVERIZAÇÃO DO AMBIENTE

A escolha da formulação de inseticidas deve ser baseada na segurança, impacto ambiental, custo, na aceitação da população, na disponibilidade e facilidade de uso.

Normalmente, o ingrediente ativo é misturado com vários ingredientes inertes para produzir a formulação. A principal função desses ingredientes inertes é facilitar o transporte do pesticida para atingir seu alvo, eles podem também melhorar a estabilidade, a segurança, a eficácia e facilitar o manuseio do produto.

Equipamentos de nebulização térmica devem ser usados com formulação de inseticidas com alto ponto de fusão. Assim, para inibir a evaporação de pequenas gotas da névoa as formulações são, normalmente, à base de óleo. O óleo diesel tem sido usado para diluir os inseticidas, porém essa mistura gera uma névoa espessa e depósitos de óleo podendo levar a rejeição da população. Formulações à base de água contêm substâncias que inibem a rápida evaporação.

As dosagens aplicadas e as classificações de periculosidade para inseticidas usados por nebulização térmica e por névoa fria estão listadas Tab.(2.1).

Tabela 2.1 – Inseticidas adequados para nebulização térmica ou fria para o controle de insetos (WHO, 2006)

Inseticida	Composto Químico	Dosagem do ingrediente ativo [g/ha]		Perigo do ingrediente ativo
		Nebulização Fria	Nebulização Térmica	
FENITROTION	ORGANOFOSFORADO	250-300	250-300	MODERADO
MALATION	ORGANOFOSFORADO	112-600	500-600	LEVE
METIL-PIRIMIFOS	ORGANOFOSFORADO	230-330	180-200	LEVE
BIORESMETRIN	PIRETROIDES	5	10	ALTO
CIFUTRIN	PIRETROIDES	1-2	1-2	MODERADO
CIPERMETRIN	PIRETROIDES	1-3	-	MODERADO
CIFENOTRIN	PIRETROIDES	2-5	5-10	MODERADO
D,D-TRANS-GIFENOTRIN	PIRETROIDES	1-2	2.5-5	NÃO-DISPONÍVEL
DELTAMETRIN	PIRETROIDES	0.5-1.0	0.5-1.0	MODERADO
D-FENOTRIN	PIRETROIDES	5-20	-	ALTO
ETOXENPROX	PIRETROIDES	10-20	10-20	ALTO
Λ-CIALOTRIN	PIRETROIDES	1.0	1.0	MODERADO
PERMITRIN	PIRETROIDES	5	10	MODERADO
RESMETRIN	PIRETROIDES	2-4	4	LEVE

## 2.4 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A PULVERIZAÇÃO DO AMBIENTE

O tratamento só é efetivo enquanto as gotas se mantêm suspensas no ar e sua concentração seja suficiente para matar o vetor. Para tanto, o tamanho das gotas, a taxa de fluxo, a concentração da névoa, a velocidade e a direção do vento são parâmetros relevantes no processo de pulverização.

### 2.4.1 TAMANHO DAS GOTAS

A pulverização pode ser usada para o combate de diversos insetos e para cada um desses existe um tamanho adequado das gotas. No caso do *Aedes Aegypti* são consideradas ideais as gotas de tamanhos entre 10 a 20 µm. Para tanto, o controle do tamanho das gotas emitidas pelos equipamentos é feito por meio do projeto do bocal e pela regulação da taxa de fluxo da formulação.

As gotas devem ser pequenas suficientes para aumentar as chances de entrarem em contato com o inseto a ser eliminado para ficarem mais tempo em suspensão. Caso 1 ml seja pulverizado com o tamanho de 20 µm pode produzir 239 milhões de gotas enquanto a 100 µm pode produzir 1,91 milhões de gotas, ou então, caso o tamanho da gota for dobrado, o número de gotas é reduzido à oitava parte. O grande número de gotas aumenta muito as chances de fazerem contato com o mosquito, pois a densidade de gotas por unidade de volume de ar será muito maior como mostrado na Tab. Tabela 2.2).

Porém, gotas menores que 5 µm de diâmetro não entram imediatamente em contato com os mosquitos devido ao movimento das asas gerarem uma turbulência no ar que afasta as gotículas. Além disso, em



climas secos, especialmente se o pesticida estiver diluído em um transportador volátil (como a água) gotas maiores são desejáveis devido a evaporação do diluente causar a diminuição das gotas.

Tabela 2.2 – Densidade e queda de gotas de névoa quando aplicada a taxa de um litro por hectare (um modelo teórico) (Sciame, 2003 apud WHO, 2005).

Tamanho de Gotas ( $\mu\text{m}$ )	Tempo para cair 10 m	Densidade da Gota (no./ $\text{cm}^2$ )
1	93,7 horas	19120
5	3,7 horas	152
10	56 minutos	19,2
20	14 minutos	2,38
50	135 segundos	0,15
100	36 segundos	0,0192

Para analisar o espectro de gotas existem três parâmetros Figura 2.5): o Diâmetro do Volume Médio (DVM), o Diâmetro do Número Médio (DNM) e o intervalo, *Span*

O diâmetro do volume médio (DVM), expresso em  $\mu\text{m}$ , é o valor do diâmetro médio das gotas no volume da névoa formada. Esse parâmetro não indica o intervalo de tamanhos das gotas no espectro.

O diâmetro do número médio (DNM) divide o jato em duas partes iguais pelo número de gotas, para que metade sejam gotas maiores e a outra metade seja de gotas menores. Esse parâmetro é mais difícil de medir e os resultados podem variar para diferentes técnicas de medição por amostragem.

O intervalo, *Span*, é determinado a partir do valor do diâmetro das gotas de noventa por cento ( $V_{90}$ ), menos o valor do diâmetro das gotas de dez por cento ( $V_{10}$ ), divididos por DVM, como mostrado na Eq.(2.1).

$$Span = \frac{V_{90} - V_{10}}{DVM} \quad (2.1)$$

Assim, o parâmetro o *Span* indica o intervalo do tamanho das gotas, sendo o valor de preferência menor que 2. Enquanto, o DVM, o DNM e o *span* indicam a qualidade da névoa, o fator crítico é a maximização do número de gotas no intervalo de tamanhos adequados.

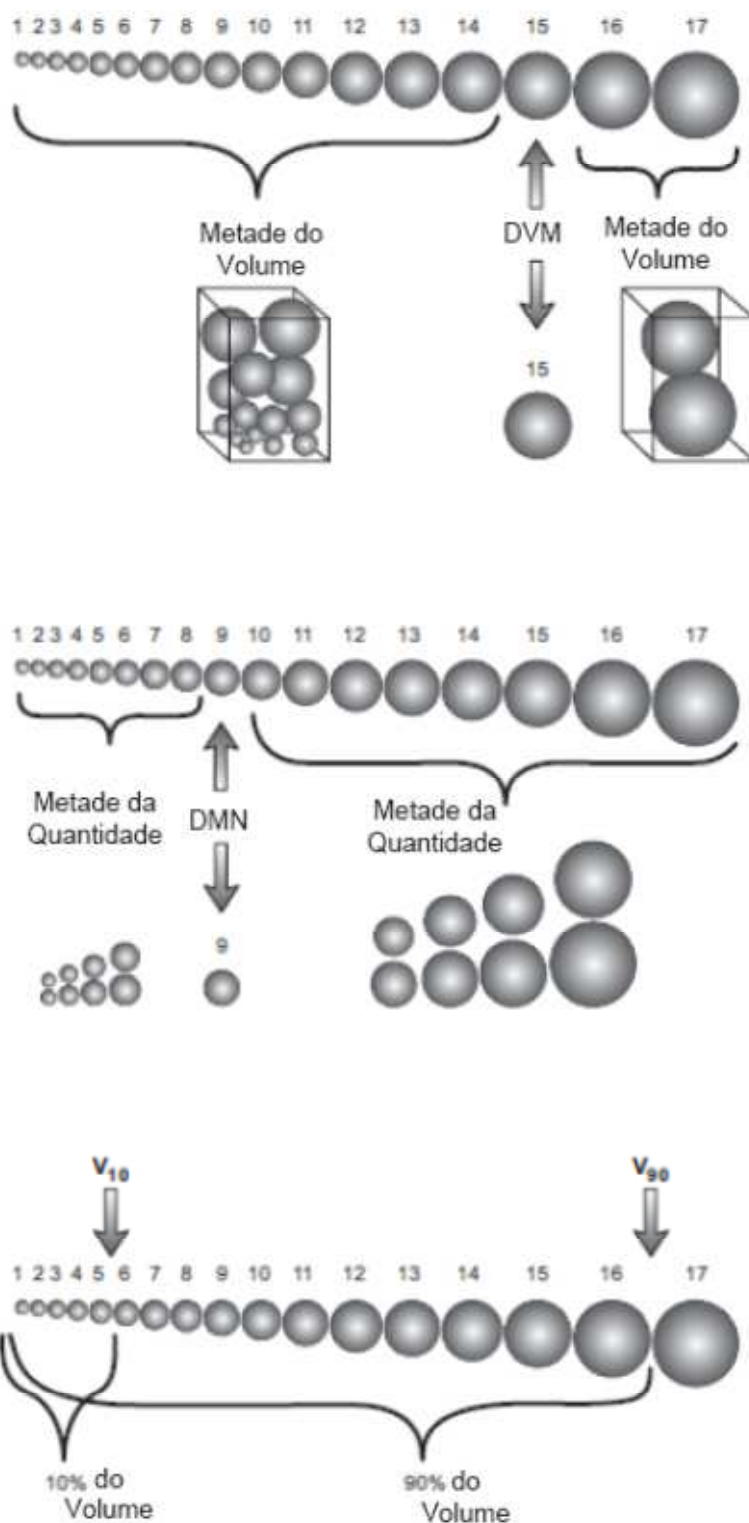


Figura 2.5 – Parâmetros do tamanho das gotas (WHO, 2005).

## 2.4.2 TAXA DE FLUXO

Geralmente, o Diâmetro do Volume Médio (DMV) aumenta quando a taxa de fluxo aumenta. Porém, em algumas máquinas, um aumento na taxa de fluxo pode ser compensado pelo aumento da pressão do ar. Com isso, é essencial conferir diferentes espectros de gotas em diferentes taxas de fluxo e quando necessário, para manter a eficiência do processo de nebulização, deve-se fazer um balanço entre o tamanho de gotas e o número de gotas (reguladas pela taxa de fluxo).

### **2.4.3 CONCENTRAÇÃO DA NÉVOA**

A quantidade de ingrediente ativo deve ser mantida dentro do intervalo especificado pelos fabricantes. Para tanto, pode-se ajustar a concentração da névoa e a taxa de aplicação. Assim, qualquer diluição da formulação deve ser compensada pelo aumento do volume da formulação emitida. Isso pode ser feito com o aumento na taxa de volume da máquina, na redução da velocidade do movimento da máquina e na redução da área alvo.

A concentração de inseticida absorvida pelo mosquito deve ser letal para a nebulização ser efetiva, isso requer maior número de gotas de um dado tamanho para atingir a dose necessária. Na nebulização UBV pode-se diminuir o volume total de inseticida diluído aplicado (geralmente 2 litros por hectare).

### **2.4.4 VELOCIDADE DO VENTO**

A dispersão das gotas e sua ação sobre os insetos são propiciadas significativamente pela velocidade do vento. Para as gotas flutuarem ao vento é necessária uma velocidade do vento de 1 a 4 metros por segundo (aproximadamente 3,6 a 15 km/h) e não deve exceder 15 km/h, isso pode ser aferido por meio de um anemômetro de mão.

Em cidades podem ocorrer fatores que alteram a passagem do vento, tais como: a obstrução causada por edifícios; o projeto da casa não possibilita uma fácil penetração; janelas e portas fechadas. E em áreas de vegetação fechada também a penetração é prejudicada, nesse caso, para compensar a redução na penetração das gotas pode-se aumentar na taxa da formulação aplicada. Para isso, a maioria dos fabricantes considera a distância eficaz da névoa de 50 m como base para o cálculo da taxa de aplicação adequada.

### **2.4.5 DIREÇÃO DO VENTO**

A direção do vento influencia na dispersão das gotículas da névoa aspergida, conforme o ângulo entre a pulverização e a direção do vento as gotículas podem não atingir toda a área de aplicação planejada. Assim, como mostra a Figura 2.6, a rota de aplicação da névoa ideal corresponde à trajetória perpendicular a direção do vento. Além disso, mostra que as rotas com ângulos menores a 25° em relação à direção do vento não são recomendadas devido prover pequena dispersão da névoa.

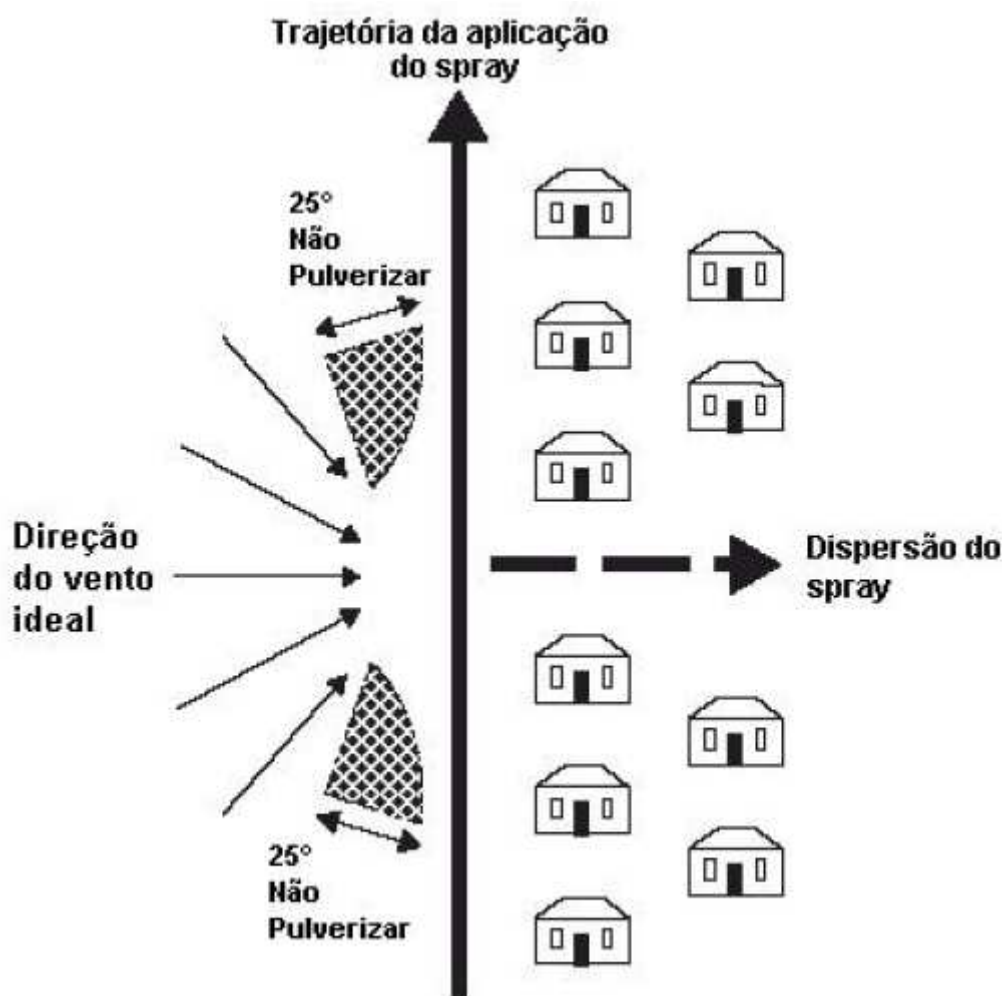


Figura 2.6 – Rota de aplicação da névoa em relação à direção do vento (Sciane, 2003 apud WHO, 2005).

## 2.4.6 EFEITOS DA TEMPERATURA

Em horários quentes do dia as aplicações em ambientes externos são desperdiçadas, pois as gotas tendem a subir ao invés de flutuarem horizontalmente. No início da manhã e no final da tarde o ar está mais frio próximo ao chão, portanto esses horários de inversões térmicas são mais adequados para a aplicação da formulação devido à névoa flutuar mais próxima do chão.

Para a constatação das características ideais para pulverização pode-se observar as fumaças de chaminés, fogueiras e geradores de fumaça que indicam se a fumaça formada está sendo deslocada horizontalmente pelo ar.

## 2.4.7 PERÍODO DE TRATAMENTO

A pulverização deve ser feita preferencialmente no período de pico de atividade de vôo dos mosquitos. O *Aedes Aegypti* possui seu pico de atividade no período da manhã e da tarde, dessa forma coincide com o período ideal para a melhor flutuação da névoa devido à inversão de temperatura diária. No caso de aplicação no interior de edificações o horário da aplicação é menos relevante.

## **2.5 DIRETRIZES OPERACIONAIS**

### **2.5.1 PLANEJAMENTO E NECESSIDADE DE AVALIAÇÃO**

Uma operação de nebulização deve primeiramente atender aos seguintes requisitos para garantir sua eficácia: caracterizar a localização, a magnitude da peste ou os vetores transmissores e a situação epidemiológica. Com essas informações é possível definir: as espécies envolvidas, os seus comportamento, caracterizar a área de tratamento e se o objetivo da operação é a eliminação das espécies incomodas ou a interrupção da transmissão dos vetores de doenças.

O comportamento do vôo e os períodos de pico na atividade dos mosquitos devem ser necessariamente considerados para otimizar a eficácia da operação pela definição de um período apropriado para a pulverização.

A área de tratamento deve ser bem definida e caracterizada por meio de informações como: densidade da população humana, tipos de residências e edifícios, traçado das ruas, vegetação e acessibilidade. Assim, pode-se selecionar o método de pulverização e o modelo adequado do nebulizador.

As rotas para pulverização são traçadas com o auxílio de mapas, caso estejam indisponíveis, pode ser necessário prepará-los. As áreas e as distâncias das rotas devem ser delimitadas para calcularem-se as velocidades dos veículos ou da caminhada para a aplicação da correta dosagem na taxa de fluxo de nebulização.

Na seleção dos inseticidas deve-se ter em mente a adequação desses aos insetos e aos equipamentos pulverizadores. Para o cálculo dos custos finais devem-se levar em conta o custo de manuseio, transporte e a necessidade de diluentes.

Ao selecionar os nebulizadores deve ser considerado o serviço de atendimento ao cliente, tais como treinamento, disponibilidade de recipientes de inseticidas e seus custos adicionais.

Para a definição do quantitativo de operadores, de pessoal secundário (por exemplo: equipe de supervisão e de operadores reservas) e de nebulizadores, bem como a seleção dos adequados modelos devem ser determinados pelo tamanho e característica da área tratada, o período do ciclo de aplicação e a sua frequência.

Os operadores devem ser bem treinados na manutenção, no uso seguro do equipamento, manuseio e aplicação de inseticidas. Equipamentos de proteção para corpo, inalação e audição devem ser usados por eles e devem ser supervisionados quanto ao seu uso.

A população deve ser informada com antecedência a respeito do propósito da aplicação, cronograma das operações, a maneira que podem ajudar e sobre a segurança do tratamento.

## **2.5.2 CALIBRAÇÃO DO EQUIPAMENTO**

A calibração dos equipamentos de nebulização é necessária para assegurar a quantidade adequada de inseticida emitida. O fluxo de formulações muda significativamente com as mudanças de temperatura, assim uma variação na temperatura de 5°C ou mais exige um reajuste. Para condições onde as temperaturas variam muito, um gráfico do fluxo a diferentes temperaturas deve ser feito.

A calibração da máquina deve ser feita periodicamente, geralmente após 25 horas de operação ou sempre que uma manutenção importante for realizada, bem como, ocorrer mudanças de inseticidas ou das condições principais de operações.

O fluxo de inseticida pulverizado depende da velocidade do veículo (ou velocidade de caminhada ou tempo por casa/cômodo com equipamento portátil), comprimento da largura da pista de aplicação (metros) e quantidade do preparado químico recomendado (litros por hectare) pelo fabricante.

No caso de um equipamento montado em veículo, por exemplo, considerando uma velocidade de 12 km/h e uma pista de 50 metros de largura pode-se calcular a área tratada por hora (600 mil m<sup>2</sup> / hora, equivalente a 10 mil m<sup>2</sup> / min ou 1 hectare / min). Nesse exemplo, o fabricante recomenda uma taxa de aplicação de 0,5 litro da formulação por hectare. Assim, o fluxo deve ser ajustado para 0,5 litro por minuto.

Para a definição do fluxo de formulação, mede-se o tempo necessário para a descarga de um volume conhecido do mesmo.

## **2.5.3 MEDIÇÃO DE GOTAS**

O espectro de gotas emitido pelos nebulizadores deve ser avaliado para verificar sua conformidade a faixa de tamanhos de gotas adequados para que essas fiquem o máximo de tempo possível em suspensão e com a dosagem letal aos mosquitos. A seguir serão apresentados alguns métodos utilizados para essa avaliação.

### **2.5.3.1 TÉCNICAS BASEADAS NO LASER**

Uma luz laser pode ser usada como fonte de medição do espectro de gotas, porém não são utilizados para aferição do desempenho do equipamento de nebulização do campo por serem técnicas caras essencialmente laboratoriais.

Por meio da refração podem-se produzir feixes de luz laser para medir amostras de gotas dentro de uma seção. De outro modo, podem-se medir as gotas que passam na intersecção de dois feixes de laser, pode-se também capturar uma imagem digital do espectro de gotas e, então, analisá-las.

### 2.5.3.2 ANEMOMETRIA DE FIO QUENTE

Esse dispositivo eletrônico (Figura 2.7) é prático e eficiente, as gotas são medidas pelo gotejamento por meio de um fio quente em uma sonda inserida dentro da névoa. Seu uso é adequado próximo ao bocal com as velocidades das gotas emitidas entre 5 a 10 m/s.

Medições das gotas são normalmente requeridas a cada 50 a 100 horas de operação ou após um longo período de uso. Como partículas sólidas podem danificar o fio quente deve-se operar o pulverizador para retirá-las do sistema de nebulização antes das medições. Cuidados também devem ser tomados entre as leituras, a sonda deve necessariamente ser lavada com um solvente (por exemplo, acetona).

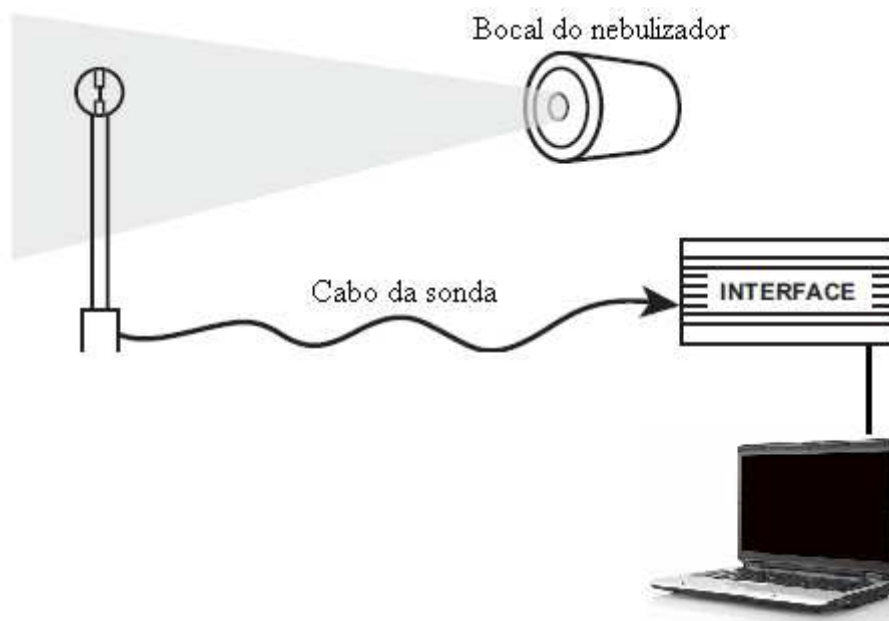


Figura 2.7 – Anemômetro de fio quente. (WHO, 2003)

### 2.5.3.3 TÉCNICA DE LÂMINAS

Essa técnica é mais simples tecnologicamente, porém mais laboriosa que as outras e ineficiente na amostragem de pequenas gotas. Consiste na avaliação das crateras formadas nas lâminas após o impacto das gotas para caracterização dos parâmetros de diâmetro do volume médio (DVM), diâmetro do número médio (DMN), bem como, o intervalo (*span*).

As lâminas podem ser revestidas por óxidos de magnésio, silicone, ou teflon. Os óxidos de magnésio são usados para todas as formulações a base de água. E os outros têm sido usados frequentemente para formulações de inseticidas não voláteis à base de óleo. As lâminas revestidas por teflon podem ser reutilizadas, mas é necessário lavá-las com um solvente (por exemplo, a acetona) para remover vestígios da amostra anterior.

Após as lâminas entrarem em contato com o espectro de gotas o diâmetro da cratera é comparado com um gabarito previamente calibrado, como o mostrado na Fig.(Figura 2.8). Para isso é usado cinco amostras separadas com pelo menos 200 gotas para a medição pela comparação por meio de um microscópio.

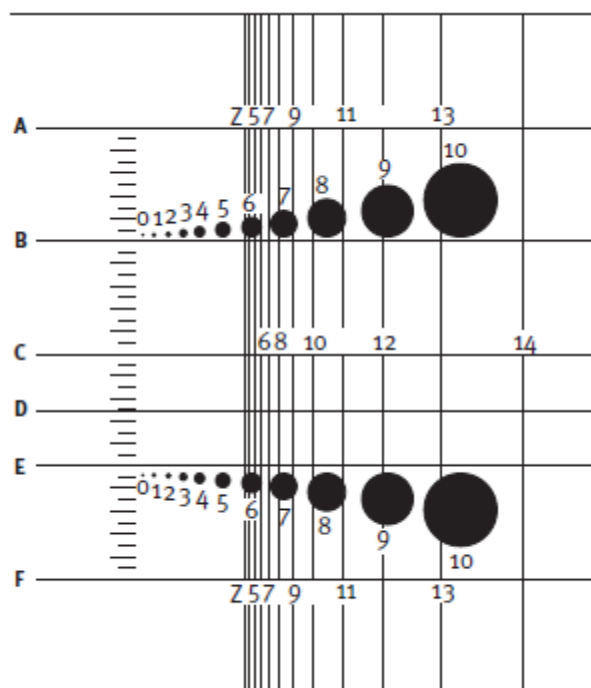


Figura 2.8 – Gabarito para a medição do espectro de gotas. (Sciane, 2003 apud WHO, 2005).

O Diâmetro do Volume Médio e o Diâmetro do Número Médio são calculados a partir da distribuição do volume e número de gotas em relação ao tamanho (Fig. 2.9). Para tanto, como exemplo, os cálculos são mostrados na Tab. (Tabela 2.3) onde o tamanho médio (dm) é definido como o valor médio entre o tamanho do reticulado anterior e o tamanho do qual se deseja classificar as gotas. Assim, por meio desse tamanho médio e do número de gotas é possível calcular a percentagem acumulada da quantidade de gotas ( $\Sigma N$ ) e do volume das gotas ( $\Sigma dm^3$ ).

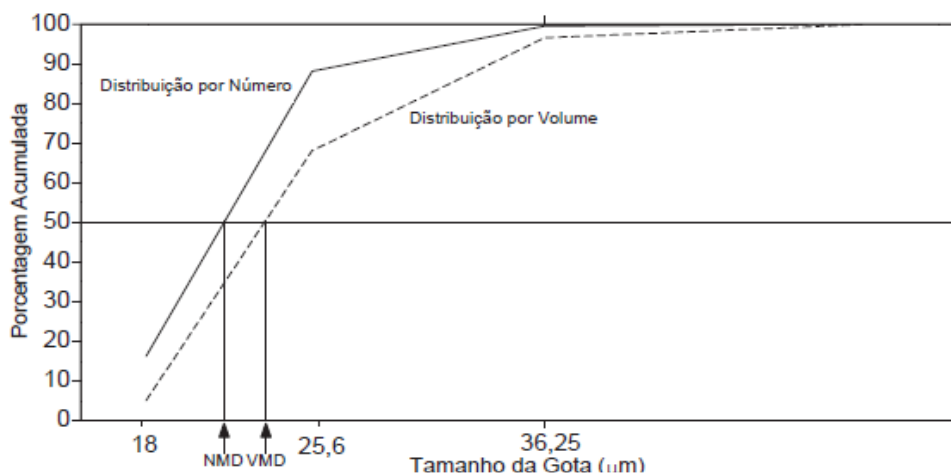


Figura 2.9 – Distribuição das gotas por número e volume obtida por meio da tabela 2.3. (Sciane, 2003 apud WHO, 2005).



Tabela 2.3 – Distribuição de tamanho das gotas depositadas em uma lâmina de vidro (Sciame, 2003 apud WHO, 2005).

Número do Retículo	Tamanho de Classes Superiores (D)	Limite de Tamanho Verdadeiro (d)	Tamanho Médio (dm)	Números na Classe (N)	N (%)	$\Sigma N$ (%)	$dm^3$	$Ndm^3$	$Ndm^3$ (%)	$\Sigma Ndm^3$ (%)
4		12,8								
5		18	15,4	33	16,3	16,3	3652	120513	5,1	5,1
6		25,6	21,8	145	71,8	88,1	10360	1502200	63	68,1
7		36,25	30,9	23	11,4	99,5	29504	678592	28,5	96,6
8		51,25	43,75	1	0,5	100	83740	83740	3,5	100,1
9		72,5	61,9							
10		102,5	87,5							
11		145								
12		205								
13	250	290								

Por fim, é possível definir graficamente, mostrado na Fig.(2.9), os valores do Diâmetro do Volume Médio (DVM) e do Diâmetro do Número Médio (DNM) para 50% da distribuição. E, de forma análoga, os valores de 10% e 90% da distribuição do Diâmetro do Volume Médio podem ser usados para o cálculo do *span*.

### **3. PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS E MATERIAIS**

*Este capítulo apresenta a descrição do projeto da bancada, os princípios de operação da bancada e os procedimentos para a execução dos testes nos nebulizadores UBV, modelos costal e pesado.*

#### **3.1 ASPECTOS GERAIS**

Este capítulo destina-se a apresentação do projeto da bancada de ensaios proposta incluindo o sistema de instrumentação para a monitoração dos parâmetros de interesse na caracterização dos nebulizadores. O capítulo também abordará os procedimentos experimentais adotados, subdivididos em etapas, que propiciarão a execução dos ensaios.

A partir dos resultados dos ensaios será possível estabelecer a conformidade dos itens com os requisitos mínimos, bem como a eficiência, de cada nebulizador avaliado. Assim, uma comparação da análise de custo/benefício entre equipamentos de diversos fabricantes poderá ser realizada.

#### **3.2 DESCRIÇÃO DO PROJETO DA BANCADA**

##### **3.2.1 NEBULIZADOR PESADO**

O diagrama esquemático mostrado na Fig. (3.1) apresenta a quantidade e localização da instrumentação implementada na aquisição dos parâmetros que possibilitarão a caracterização dos nebulizadores.

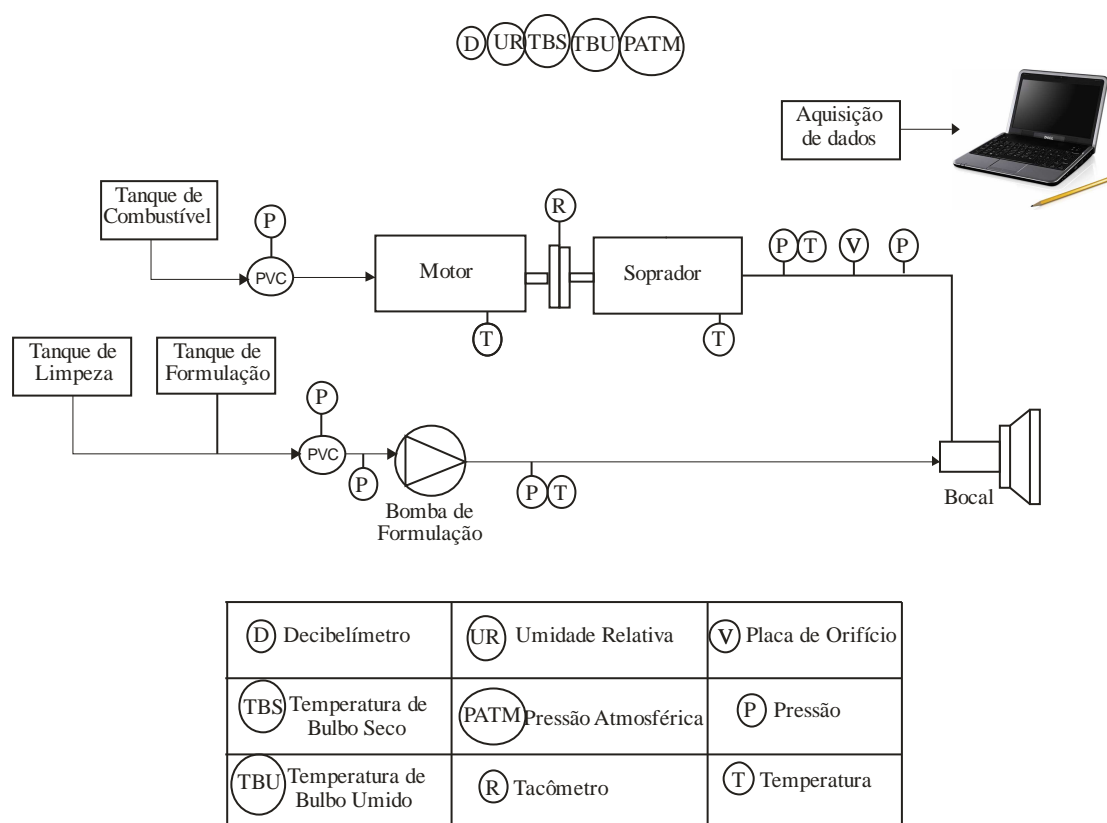


Figura 3.1 – Diagrama esquemático do aparato experimental a ser implementado para o modelo pesado.

Por meio da montagem de todos os sensores e instrumentos relacionados na Fig. (3.1), serão verificadas as variáveis operacionais a serem analisadas durante o ensaio do nebulizador pesado.

A vazão de ar na saída do soprador será uma variável a ser medida por meio da instalação de uma placa de orifício entre a saída do soprador e a entrada do bocal. As vazões de líquido (formulação inseticida, líquido de limpeza e combustível) serão verificadas com a utilização de tubos de PVC (policloreto de polivinila) contendo transdutores de pressão instalados em sua superfície inferior. A variação da pressão constatada pelo transdutor será convertida na variação da altura da coluna de líquido no tubo e permitirá a avaliação da vazão de líquido.

As pressões de interesse durante o ensaio serão adquiridas por transdutores de pressão devidamente calibrados e conectados a um módulo de aquisição de sinais. Os transdutores de pressão utilizados na saída do soprador e após a placa de orifício devem operar na faixa de 0 a 0.3 bar. O transdutor instalado na entrada da bomba de formulação deve operar no intervalo de -0.2 a 0 bar. Na saída da bomba de formulação, o transdutor utilizado deve funcionar na faixa de 0 a 0.5 bar. (Sciani, 2005)

Temperaturas relevantes do nebulizador no decorrer do teste serão monitoradas por meio de termopares do com limite de erro de  $\pm 0,75\%$  e com faixa de operação entre 0 e 370°C (Sciani, 2005).

Para a verificação das condições atmosféricas no momento do teste, isto é, das temperaturas de bulbo seco, úmido e umidade relativa do ar, faz-se uso de um psicômetro e de um termopar fixado a uma haste de madeira posicionada convenientemente distante do solo e das paredes do local de teste.

Com o auxílio de um tacômetro será verificado a frequência de rotação do eixo do motor e com um decibelímetro mede-se o nível de ruído do nebulizador em teste.

### 3.2.2 NEBULIZADOR COSTAL

O diagrama esquemático mostrado Fig.(3.2) apresenta a quantidade e localização da instrumentação implementada na aquisição dos parâmetros que possibilitarão a caracterização dos nebulizadores UBV costais.

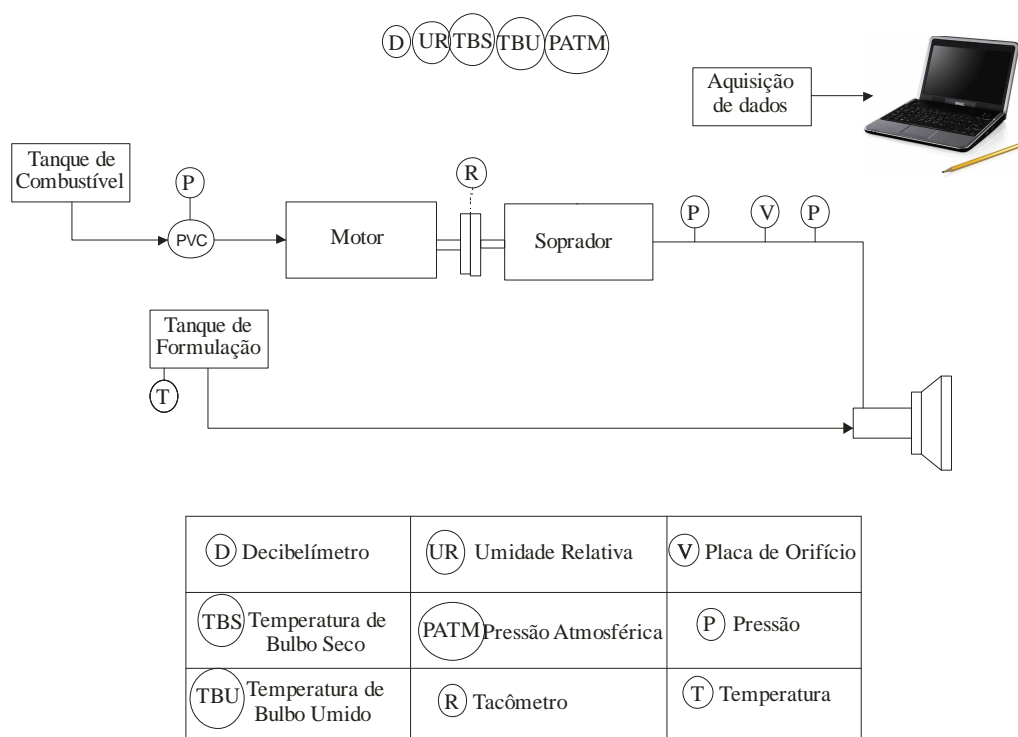


Figura 3.2 – Diagrama esquemático do aparato experimental a ser implementado para o modelo costal.

A montagem de todos os instrumentos de medida relacionados na Fig.(3.2) possibilitará o monitoramento das variáveis relacionadas ao ensaio de caracterização dos nebulizadores costais.

A vazão de ar na saída do soprador será um parâmetro a ser medido por meio da instalação de uma placa de orifício entre a saída do soprador e a entrada do bocal. A vazão de combustível será verificada com a utilização de um tubo de PVC contendo um transdutor de pressão instalado em sua superfície inferior. A variação da altura da coluna de líquido ao longo do ensaio permitirá a avaliação de tal variável.

As pressões de interesse durante o ensaio serão adquiridas por transdutores de pressão devidamente calibrados e conectados a um módulo de aquisição de sinais. Segundo Da Costa (2002), para o caso do nebulizador costal, transdutores de pressão instalados na saída do soprador com fundo de escala de 10 kPa são suficientes para uma medição satisfatória da grandeza.

Temperaturas relevantes do nebulizador no decorrer do teste serão monitoradas por meio de termopares do com limite de erro de  $\pm 0,75\%$  e com faixa de operação entre 0 e 370°C (Sciani, 2005).

Para a verificação das condições atmosféricas no momento do teste, isto é, das temperaturas de bulbo seco, úmido e umidade relativa do ar, faz-se uso de um psicômetro e de um fixado a uma haste de madeira posicionada convenientemente distante do solo e das paredes do local de teste.

Com o auxílio de um tacômetro será verificado a frequência de rotação do eixo do motor e com um decibelímetro mede-se o nível de ruído do nebulizador em teste.

### **3.3 PRINCÍPIOS DE OPERAÇÃO DA BANCADA**

#### **3.3.1 NEBULIZADOR PESADO**

O princípio de operação do nebulizador pesado consiste inicialmente no estabelecimento de uma determinada vazão de líquido na bomba de formulação, enquanto o motor já está em operação. A partir dessa vazão, fazendo uso da anemometria de fio quente, técnica de lâminas ou qualquer outra forma de medição do tamanho das gotas, verifica-se o diâmetro do volume médio das gotículas aspergidas. Com incrementos ou decrementos da frequência angular de rotação do motor, ajusta-se a mesma de forma que as gotículas aspergidas estejam em sua faixa de diâmetros ótimas de aplicação para o combate ao vetor da dengue.

#### **3.3.2 NEBULIZADOR COSTAL**

Para o modelo costal, o princípio de funcionamento é baseado no ajuste da vazão da formulação inseticida até que o diâmetro do volume médio das gotículas desejado seja atingido. Com o motor em operação totalmente acelerado (condição de operação), ajusta-se o dispositivo dosador para a posição que permitirá a formação do espectro de gotas adequado.

### **3.4 PROCEDIMENTOS PARA EXECUÇÃO DOS TESTES**

O objetivo deste guia é o de registrar e normalizar uma sequência de etapas a serem realizadas para a caracterização de nebulizadores UBV nos modelos pesado e costal.

Ao receber o equipamento, verificam-se todas as suas características de acordo com o documento de especificações mínimas constantes nos anexos I e II desse trabalho. O passo seguinte é o de encaminhá-lo a etapa de ensaios para sua efetiva caracterização com o intuito de avaliar seus aspectos de projeto, operação e desempenho.

O manual de instruções do equipamento deve ser lido atentamente para a montagem da unidade e familiarização com ações destinadas a sua operação tais como: partida e desligamento do motor, enchimento e drenagem dos tanques, método de ligar e desligar a bomba de formulação (nebulizador pesado), além dos cuidados com a segurança do operador que devem ser rigorosamente observados e adotados durante o funcionamento do equipamento.

Os procedimentos experimentais descritos a seguir serão subdivididos em etapas destinadas ao nebulizador pesado e costal respectivamente.

### **3.4.1 NEBULIZADOR PESADO**

- 1º Etapa – Checagem do equipamento.

Com base no manual de instruções fornecido pelo fabricante, deve ser realizada uma inspeção completa do nebulizador antes de colocá-lo em operação. Devem ser verificados atentamente itens como: o nível de óleo do motor e compressor, a constatação da presença de filtro de ar em ambos os equipamentos, a ocorrência de ressecamento e/ou rachaduras em mangueiras e outros componentes propensos aos mesmos, o acoplamento do conjunto moto-compressor, a instalação da proteção térmica sobre a descarga do motor. Cada nebulizador apresenta suas peculiaridades construtivas e até mesmo na forma na qual ele é transportado. Deste modo, vale ressaltar a importância da leitura do manual antes de qualquer procedimento de partida do equipamento.

- 2º Etapa: Instalação dos sensores.

Nesta etapa instalam-se todos os instrumentos de medida (transdutores de pressão, termopares, tacômetro e placa de orifício) de acordo com o desenho esquemático apresentado na Fig. (3.1).

É importante lembrar que tanto os transdutores de pressão quanto os termopares geram sinais elétricos posteriormente convertidos em pressão e temperatura por meio de suas respectivas curvas de calibração. Assim, faz-se necessário previamente calibrar esses instrumentos antes de instalá-los no nebulizador.

- 3º Etapa: Abastecimento dos tanques.

Depois de ler o manual fornecido pelo fabricante e estar familiarizado com as ações de pré-funcionamento do nebulizador, abastece-se os tanques de combustível, de limpeza de acordo com o manual com seus respectivos fluidos de trabalho e o tanque de formulação inseticida que deverá ser preenchido com água. É importante que os tanques de combustível e de formulação estejam preenchidos com seu volume máximo permitido, pois a realização dos testes de caracterização terá duração mínima de 2 horas e deve ser garantida a não interrupção de funcionamento do motor bem como a não secagem completa do tanque de formulação nesse período.

É importante que depois do enchimento dos tanques e suas respectivas mangueiras de conexão, sejam verificadas a presenças de eventuais vazamentos. Se constatada sua existência, o elemento danificado (mangueira ou acoplamento) deverá ser substituído antes de dar prosseguimento ao ensaio. Vazamentos podem causar danos ao equipamento além de riscos a segurança do operador.

- 4º Etapa: Acionamento do motor.

Certifique-se que a válvula de liberação da formulação esteja fechada. Acione o motor e deixe-o em operação por 3 (três) minutos em baixa rotação (aquecimento). Em seguida, desligue-o. Repita o procedimento por no mínimo 4 (quatro) vezes com intervalos de 1 (um) minuto entre um desligamento

e uma partida. Durante a primeira partida, enquanto motor estiver frio, utilize o afogador. Contudo nas seguintes, desafoque-o.

Ajuste o motor para sua velocidade rotação máxima indicada pelo fabricante. Para isso, regula-se a rotação do motor através do seu acelerador. Geralmente, este se apresenta como uma porca hexagonal situada abaixo do filtro de ar do carburador. No entanto, os motores empregados podem apresentar aspectos construtivos diferentes, e naturalmente, podem diferir na sua forma de acionar o acelerador.

- 5º Etapa: Verificação da vazão de inseticida.

Altere o dispositivo de controle do nebulizador entre o fluxo de líquido de limpeza e de inseticida para a posição inseticida. Na bomba de formulação, ajuste uma vazão de inseticida intermediária, ou seja, com 50% da sua capacidade. Deixe fluir um determinado volume de formulação inseticida para dentro do tubo de PVC. Acione a bomba de formulação e deixe que a coluna de líquido dentro do tubo seja reduzida. Com a Eq. (3.1) relaciona-se a variação de pressão sentida pelo transdutor do fundo do tubo com a variação da altura de líquido.

$$\Delta P_{liq.} = \rho_{liq.} g \Delta h_{liq.} \quad (3.1)$$

Em que:

$\Delta P_{liq.}$  = variação de pressão adquirida pelo transdutor

$\rho_{liq.}$  = densidade do líquido em questão

$g$  = aceleração da gravidade

$\Delta h_{liq.}$  = variação da altura de líquido no interior do tubo.

Conhecendo-se o diâmetro do tubo utilizado, verifica-se a variação do volume de líquido utilizando a Eq. (3.2).

$$\Delta V_{liq} = \frac{\pi d^2}{4} \Delta h_{liq} \quad (3.2)$$

$\Delta V_{liq}$  = variação do volume de líquido no interior do tubo

$d$  = diâmetro do tubo

$\Delta h_{liq.}$  = variação da altura de líquido no interior do tubo

Tendo cronometrado o tempo transcorrido para que ocorresse a variação de volume de líquido expressa pela Eq. (3.2), obtêm-se a vazão de líquido com a Eq. (3.3)

$$Q_{liq} = \frac{\Delta V_{liq}}{\Delta t} \quad (3.3)$$

Onde:

$Q$  = vazão de líquido (limpeza ou inseticida) através da bomba de formulação.

$v$  = volume de líquido escoado para o reservatório graduado entre duas marcações.

$\Delta t$  = intervalo de tempo transcorrido para variação do volume.

A vazão de inseticida é obtida para aquele nível de ajuste intermediário da bomba. Também se obtém o tempo de operação do nebulizador partindo com o tanque de formulação cheio. É possível e recomendado realizar a verificação para todos os níveis de ajuste de vazão da bomba de formulação. O procedimento empregado será o mesmo.

- 6º Etapa: Ajuste de rotação do motor.

Nesta etapa objetiva-se regular a velocidade de rotação do motor de tal forma que seja produzido um fluxo de ar no bocal capaz de gerar gotículas aspergidas com diâmetro ótimo para a eliminação do *Aedes Aegypti*. Sabe-se que essa faixa ótima de diâmetro situa-se entre 10 e 20  $\mu\text{m}$ .

Retire todo o inseticida do tanque de formulação e, em seguida, preencha-o com água.

Estabelecendo o fluxo de formulação constante tal como o calculado na 5ª etapa deste guia, ou por algum outro fluxo estabelecido pelo fabricante da própria formulação, por exemplo, executa-se o processo de medição do tamanho das gotículas aspergidas.

Verifica-se o diâmetro das gotículas aspergidas. Para tanto, emprega-se a técnica de anemometria de fio quente, técnica de lâminas ou outro método de medição.

Neste ponto, varia-se a velocidade de rotação do motor até que o diâmetro das gotículas convirja para a sua faixa ótima de operação. Como exemplo, pode-se desacelerar o motor, que estava em sua velocidade máxima indicada pelo fabricante, em valores pré-estabelecidos, por exemplo, 300 rpm até que o diâmetro das gotículas esteja abaixo da faixa ótima de operação. A partir deste ponto, incrementa-se a velocidade de rotação em menores passos, 100 rpm, até que seja atingido o intervalo desejado de diâmetros.

Para evitar que o operador entre em contato constantemente com o inseticida aspergido na determinação da velocidade de rotação ideal do motor, utiliza-se água ao invés de formulação com o objetivo de reduzir a exposição do operador ao inseticida e evitar locais especiais para a realização dos ensaios. Esse modelo é proposto devido a todos os equipamentos fornecidos pelos fabricantes serem submetidos aos mesmos critérios. Porém, uma posterior pesquisa sobre a viabilidade desse modelo pode ser adequada para que seja aferido o desvio do mesmo às condições reais.

- 7º Etapa: Caracterização do nebulizador pronto para operação.

Encontrado o ponto de operação do nebulizador, ou seja, a velocidade de rotação ideal para o motor com seu respectivo fluxo de formulação, inicia-se efetivamente sua caracterização com a tomada de pressões, temperaturas e vazões associadas ao seu funcionamento em regime permanente.

O nebulizador será mantido operando nas condições de ensaio desejadas durante um intervalo mínimo de tempo de 2 (duas) horas, durante o qual as variáveis temperatura, pressão e vazão serão



monitoradas e adquiridas pelo sistema de aquisição de dados em um intervalo não superior a 1(um) minuto entre as medições.

Terminado o teste do nebulizador, desliga-se o motor conforme determinado no manual do fabricante.

- 8º Etapa: Verificação do consumo de combustível.

Após a completa caracterização do nebulizador, ainda em seu ponto de operação, com a mesma velocidade de rotação do motor, verifica-se o consumo de combustível do mesmo. Para tanto, o procedimento utilizado é o mesmo que o usado para determinar a vazão de formulação. Utiliza-se o tubo de PVC instalado na linha de combustível. Deixa-se fluir um volume de combustível do tanque para dentro do tubo. Liga-se o motor e verifica-se a variação da pressão sentida pelo transdutor instalado no fundo do tubo. Com as Eqs. (3.1), (3.2) e (3.3) obtêm-se a vazão de combustível. Também será possível o cálculo do tempo que o motor pode operar com um tanque cheio.

Observações:

Os procedimentos adotados até aqui estipularam inicialmente uma vazão de inseticida proveniente da bomba de formulação. A partir deste ponto, foi obtida a velocidade de rotação do motor para que o diâmetro das gotículas esteja no intervalo ótimo de operação. No entanto, as condições de operação podem sofrer alterações durante o trabalho em campo. Por exemplo, pode ser que o veículo trafegue em uma baixa velocidade e a vazão de inseticida necessite ser reduzida, alterando completamente o ponto de operação do nebulizador. Assim, em laboratório, recomenda-se caracterizar o nebulizador em diferentes pontos de operação com vistas a cobrir todo e qualquer tipo de situação em campo.

### **3.4.2 NEBULIZADOR COSTAL**

- 1º Etapa: Checagem do equipamento.

Com base no manual de instruções fornecido pelo fabricante, deve ser realizada uma inspeção completa do nebulizador antes de acioná-lo. Devem ser verificados atentamente itens como: o nível de óleo do motor, a constatação da presença de filtro de ar em ambos os equipamentos, a ocorrência de ressecamento e/ou rachaduras em mangueiras e outros componentes propensos aos mesmos, a instalação da proteção térmica sobre a descarga do motor. Cada nebulizador tem suas peculiaridades construtivas. Deste modo, vale ressaltar a importância da leitura do manual antes de qualquer procedimento de partida no equipamento.

- 2º Etapa: Instalação e calibragem dos sensores.

Nesta etapa instalam-se todos os instrumentos de medida (transdutores de pressão, termopares, tacômetro e placa de orifício) de acordo com o desenho esquemático apresentado na Fig. (3.2).

É importante lembrar que tanto os transdutores de pressão quanto os termopares geram sinais elétricos posteriormente convertidos em pressão e temperatura por meio de suas respectivas curvas de calibração. Assim, faz-se necessário previamente calibrar esses instrumentos antes de instalá-los no nebulizador.

- 3º Etapa: Abastecimento dos tanques.

Depois de ler o manual fornecido pelo fabricante e estar familiarizado com as ações de pré-funcionamento do nebulizador, abastece-se, de acordo com o manual, os tanques de combustível e de formulação inseticida. Este último com água.

É importante que depois do enchimento dos tanques e suas respectivas mangueiras de conexão, sejam verificadas a presença de eventuais vazamentos. Se constatada sua existência, o elemento danificado (mangueira ou acoplamento) deverá ser substituído antes de dar prosseguimento ao ensaio. Vazamentos podem causar danos ao equipamento além de riscos a segurança do operador.

- 4º Etapa: Acionamento do motor.

Certifique-se que a válvula de liberação da formulação esteja fechada. Acione o motor e deixe-o em operação por 3 (três) minutos em marcha lenta (aquecimento). Enquanto o motor estiver frio, utilize o afogador. Contudo, depois de aquecido, desafogue-o.

Ajuste o motor para sua velocidade rotação máxima indicada pelo fabricante. Para isso, regula-se a rotação do motor através do seu acelerador. Geralmente, este se encontra no cabo de manejo do nebulizador. Contudo, os motores empregados podem apresentar características construtivas diferentes, e naturalmente, podem diferir na sua forma de acionar o acelerador.

Mantenha o motor em funcionamento em sua velocidade de rotação máxima por no mínimo 10 minutos e desligue-o.

Ligue e desligue o motor por 4 (quatro) vezes aguardando o intervalo de 5(cinco) minutos entre uma partida e um desligamento.

- 5º Etapa: Ajuste da vazão de inseticida.

Preencha o tanque de formulação com água até sua marcação graduada superior contida no tanque. Tanque completamente cheio.

Dê a partida no motor, certificando-se que a lança de pulverização se encontre na posição horizontal e a válvula de liberação do fluxo de formulação esteja completamente fechada. Mantenha-o em funcionamento por no mínimo 3 (três) minutos para que todas as propriedades alcancem o regime permanente.

Acelere completamente o motor até que o mesmo atinja sua velocidade máxima de rotação recomendada pelo fabricante. Para isso, verifica-se o número de rotações no tacômetro.

Ajuste o dispositivo dosador de formulação para sua posição de fluxo mínimo.

Verifique o diâmetro das gotículas aspergidas utilizando a técnica de anemometria de fio quente, técnica de lâminas ou outra técnica adequada.

Altere o fluxo de inseticida, utilizando o dispositivo dosador para tanto, até que o tamanho das gotículas se encontre na faixa ótima de operação de nebulização.

Desligue o equipamento.

- 6º Etapa: Verificação da vazão de inseticida.

Preencha novamente o tanque de formulação com água até a marcação graduada superior contida no tanque. Tanque completamente cheio.

Dê a partida no motor, certificando-se que a lança de pulverização se encontre na posição horizontal e a válvula de liberação do fluxo de formulação esteja completamente fechada. Mantenha-o em funcionamento por no mínimo 3 (três) minutos para que todas as propriedades alcancem o regime permanente.

Ajuste a velocidade de rotação para a máxima.

Ajuste o dispositivo dosador de formulação para a posição na qual se obteve o diâmetro ideal das gotículas aspergidas (5º etapa), e pulverize água.

Cronometre o tempo que a superfície da água leva para chegar a alguma graduação no tanque, inferior a máxima, para que se conheça o volume de água pulverizado.

Dividindo-se o volume de água pulverizado pelo tempo cronometrado, obtém-se a vazão de água, expressa em litros/hora. Determina-se também o tempo de operação do nebulizador partindo com o tanque de formulação cheio.

Para evitar que o operador entre em contato constantemente com o inseticida aspergido na determinação da velocidade de rotação ideal do motor, utiliza-se água ao invés de formulação com o objetivo de reduzir a exposição do operador ao inseticida e evitar locais especiais para a realização dos ensaios. Esse modelo é proposto devido a todos os equipamentos fornecidos pelos fabricantes serem submetidos aos mesmos critérios. Porém, uma posterior pesquisa sobre a viabilidade desse modelo pode ser adequada para que seja aferido o desvio do mesmo às condições reais.

- 7º Etapa: Caracterização do nebulizador pronto para operação.

Com o tanque de formulação completamente preenchido por água, o tanque de combustível completamente cheio, o dispositivo dosador ajustado na posição determinada na 5º etapa deste guia e a lança de pulverização na posição horizontal, realiza-se a caracterização do nebulizador.

Observando que a válvula de liberação da formulação esteja fechada. Acione o motor e deixe-o em operação por 3 (três) minutos em marcha lenta (aquecimento).

Ajuste a velocidade de rotação do motor para a máxima indicada pelo fabricante por 5 (cinco) minutos até que o mesmo se encontre em regime permanente.

O nebulizador será mantido operando nas condições de ensaio desejadas por um período mínimo de 1 (uma) hora.

As variáveis temperatura, pressão e vazão serão monitoradas e adquiridas pelo sistema de aquisição de dados num intervalo não superior a 1(um) minuto entre as medições.

Terminado o teste do nebulizador, desliga-se o motor conforme determinado no manual do fabricante.

- 8º Etapa: Verificação do consumo de combustível.

Após a completa caracterização do nebulizador, verifica-se o consumo de combustível do mesmo. Utiliza-se um tubo de PVC instalado na linha de combustível contendo um transdutor de pressão instalado em sua superfície inferior. Deixa-se fluir um volume de combustível do tanque para dentro do tubo.

Ligue o motor e acelere o mesmo até sua velocidade de rotação máxima indicada pelo fabricante.

Verifica-se a variação da pressão sentida pelo transdutor instalado no fundo do tubo. A variação da pressão constatada pelo transdutor será convertida na variação da altura da coluna de combustível através da Eq. (3.4)

$$\Delta P_{comb.} = \rho_{comb.} g \Delta h_{comb.} \quad (3.4)$$

Em que:

$\Delta P_{comb.}$  = variação de pressão adquirida pelo transdutor

$\rho_{comb.}$  = densidade do combustível

$g$  = aceleração da gravidade

$\Delta h_{comb.}$  = variação da altura de combustível no interior do tubo.

Conhecendo-se o diâmetro do tubo utilizado, verifica-se a variação do volume de líquido utilizando a Eq. (3.5)

$$\Delta V_{comb.} = \frac{\pi d^2}{4} \Delta h_{comb.} \quad (3.5)$$

Onde:

$\Delta V_{comb.}$  = variação do volume de combustível no interior do tubo

$d$  = diâmetro do tubo

$\Delta h_{comb.}$  = variação da altura de combustível no interior do tubo

Tendo cronometrado o tempo transcorrido para que ocorresse a variação de volume de líquido expressa pela Eq. (3.5), obtêm-se a vazão de combustível com a Eq. (3.6)

$$Q_{comb.} = \frac{\Delta V_{comb.}}{\Delta t} \quad (3.6)$$

Onde:

$Q_{comb.}$  = vazão de combustível.

$\Delta V_{comb.}$  = variação do volume de combustível no interior do tubo

$\Delta t$  = intervalo de tempo decorrido para a variação do volume

Com os cálculos desta etapa também será possível a determinação do tempo que o motor pode operar com um tanque cheio.

## 4. CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DOS EQUIPAMENTOS UBV.

*Este capítulo apresenta o critério de avaliação de desempenho dos equipamentos UBV, modelos costal e pesado.*

Neste capítulo serão estabelecidos critérios de avaliação de desempenho dos nebulizadores UBV a partir das variáveis coletadas no teste. Além disso, uma análise sobre a eficiência é proposta a fim de avaliar a relação custo/benefício na aquisição desses equipamentos.

Ressalta-se aqui que as equações deste capítulo são implementadas utilizando os valores médios de suas respectivas grandezas. Durante um ensaio, em condições reais de funcionamento, todas as grandezas envolvidas sofrem oscilações, devendo, assim, serem extraídos seus valores médios com o auxílio da Eq. (4.1).

$$M(f) = \frac{1}{t_f - t_i} \int_{t_i}^{t_f} f(t) dt \quad (4.1)$$

### 4.1 DETERMINAÇÃO DO TORQUE EXERCIDO PELOS MOTORES

Através da curva Torque X Rotação o valor do torque exercido pelo motor dos nebulizadores nos modelos pesado e costal pode ser verificado ao longo de toda a sua faixa de funcionamento estabelecida pelos fabricantes. A determinação do torque tem sua importância no fato de que com seus valores, pode-se quantificar a potência que o motor fornece ao soprador no regime de funcionamento em que as gotículas aspergidas serão ideais para o combate ao *Aedes Aegypti*.

#### 4.1.1 ROTAÇÃO DO MOTOR

Com vista a detectar a velocidade de rotação dos motores dos nebulizadores dos modelos pesado e costal, e consequentemente, a velocidade de rotação dos sopradores a eles acoplados, tacômetros são utilizados.

Os principais objetivos na medição de velocidade de rotação do motor é a determinação de um regime ótimo de funcionamento para que as gotículas aspergidas tenham diâmetros na faixa de 10 a 20  $\mu m$  e verificação da potência que o motor fornece ao soprador através da Eq. (4.2).

$$P_{mot} = T_{mot} \cdot \omega_{eixo} \quad (4.2)$$

Em que:

$P_{mot.}$  = Potência desenvolvida no motor (kW)

$T_{mot.}$  = Torque realizado pelo motor (kN\*m)

$\omega_{eixo}$  = Velocidade de rotação do eixo acoplado do motor (rad/s)

Vale ressaltar aqui que o torque realizado pelo motor ( $T_{mot.}$ ) é extraído de sua curva característica de Torque X Rotação fornecida pelo fabricante, onde o torque deve ser avaliado na condição de trabalho do motor, ou seja, com aquela velocidade de rotação de operação. Caso a curva não seja fornecida juntamente com o nebulizador ou haja alguma dúvida sobre o desempenho operacional, recomenda-se a realização de ensaio do motor com auxílio de um dinamômetro.

Com as informações acerca da potência de saída do motor, além do seu consumo de combustível, pode-se ainda verificar seu rendimento naquele regime de funcionamento em operação desejado.

Outro aspecto interessante na verificação da velocidade de rotação é que esta pode ainda ser relacionada com a pressão do ar, tanto na saída do compressor, como também a montante do bocal. Assim, por norma os nebulizadores devem ter dispositivos mostradores de pressão a montante do bocal, pois assim em campo o operador não precisará de um tacômetro para saber que o motor funciona de forma ideal, produzindo um bom espectro de gotas.

## 4.2 DETERMINAÇÃO DA VAZÃO

A determinação da vazão dos líquidos envolvidos na operação dos nebulizadores é verificada a partir do esvaziamento de tubos de PVC contendo transdutores de pressão instalados em sua parte inferior.

### 4.2.1 NEBULIZADOR PESADO

Para a verificação da vazão de líquido de limpeza ou de formulação, emprega-se na linha de formulação entre o tanque e a bomba um tubo de PVC com um transdutor de pressão instalado no fundo. A variação da pressão constatada pelo transdutor será convertida na variação da altura da coluna de líquido através da Eq. (4.3).

$$\Delta P_{liq.} = \rho_{liq.} g \Delta h_{liq.} \quad (4.3)$$

Onde:

$\Delta P_{liq.}$  = variação de pressão adquirida pelo transdutor

$\rho_{liq.}$  = densidade do líquido em questão

$g$  = aceleração da gravidade

$\Delta h_{liq.}$  = variação da altura de líquido no interior do tubo.

Conhecendo-se o diâmetro do tubo utilizado, verifica-se a variação do volume de líquido utilizando a Eq. (4.4).

$$\Delta V_{liq} = \frac{\pi d^2}{4} \Delta h_{liq} \quad (4.4)$$

$\Delta V_{liq}$  = variação do volume de líquido no interior do tubo

$d$  = diâmetro do tubo

$\Delta h_{liq}$  = variação da altura de líquido no interior do tubo

Tendo cronometrado o tempo transcorrido para que ocorresse a variação de volume de líquido expressa pela Eq. (4.4), obtêm-se a vazão de líquido com a Eq. (4.5).

$$Q_{liq} = \frac{\Delta V_{liq}}{\Delta t} \quad (4.5)$$

Onde:

$Q_{liq}$  = vazão de líquido (limpeza ou inseticida) através da bomba de formulação.

$\Delta V_{liq}$  = volume de líquido escoado para o reservatório graduado entre duas marcações.

$\Delta t$  = intervalo de tempo necessário para se atingir uma marcação no recipiente.

O consumo de combustível, ou seja, a vazão do mesmo durante o período de funcionamento do equipamento com o motor operando de forma a produzir o espectro de gotas desejado no combate ao mosquito também pode ser determinada. A exemplo da medida de vazão de líquido, emprega-se um tubo de PVC na linha, neste caso, de combustível. Ainda utilizando as Eqs. (4.3), (4.4) e (4.5), pode-se verificar a vazão de combustível.

Para a determinação da vazão de ar disponibilizada pelo soprador do equipamento, se faz necessário o emprego de uma placa de orifício instalada entre o compressor e o bocal do nebulizador, além de transdutores de pressão instalados em lados opostos da placa como verificado na Fig. (3.1). A Eq. (4.6) descreve o fluxo de ar através de uma placa de orifício.

$$Q_{ar} = C_d A_2 \sqrt{\frac{2(p_1 - p_2)}{\rho_{ar} (1 - (d/D)^4)}} \quad (4.6)$$

Onde:

$Q_{ar}$  = fluxo de ar através da placa de orifício

$C_d$  = coeficiente de descarga

$A_2$  = área de escoamento da seção transversal da placa

$p_1$  = pressão no ponto 1



$p_2$  = pressão no ponto 2

$\rho_{ar}$  = massa específica do ar nas condições de temperatura e pressão do escoamento

$d$  = diâmetro da seção de escoamento da placa

$D$  = diâmetro da seção de escoamento da tubulação

Na Eq. (4.6), a diferença de pressão ( $p_1 - p_2$ ) é dada pelos transdutores de pressão instalados de lados opostos da placa de orifício enquanto que o coeficiente de descarga ( $C_d$ ) é função do número de Reynolds e da razão  $d/D$  da montagem para a placa de orifício utilizada. Na Fig. (4.1), a título ilustrativo, segue um possível gráfico para a determinação do coeficiente de descarga da montagem.

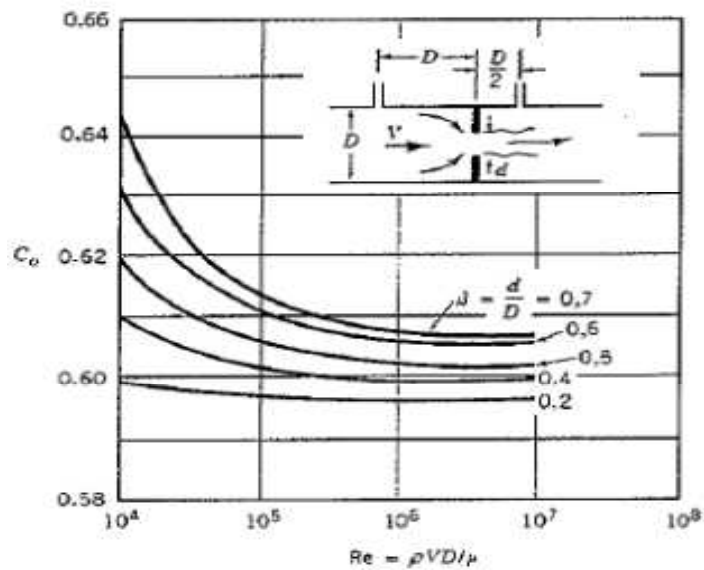


Figura 4.1 – Determinação do coeficiente de descarga  $C_d$ .

#### 4.2.2 NEBULIZADOR COSTAL

A verificação do fluxo de formulação para esse equipamento é realizada adicionando água no tanque até uma de suas graduações, com exceção da mínima. Assim, mantendo a lança em sua posição horizontal e imprimindo o regime de velocidade máxima do motor, cronometra-se o tempo necessário para que a água desça até a próxima marcação do tanque. Sabendo-se qual o volume aspergido e o tempo necessário para tanto, determina-se a vazão de formulação através da Eq. (4.7).

$$Q_{form.} = \frac{v_{form.}}{\Delta t} \quad (4.7)$$

Em que:

$Q_{form.}$  = vazão de água

$v_{form.}$  = volume aspergido de água

$\Delta t$  = tempo decorrido para a superfície de água atingir uma nova marcação no tanque

O fluxo de formulação é aproximado pela vazão de água utilizada no teste, um modelo simplificador, com o objetivo de reduzir a exposição do operador ao inseticida e evitar locais especiais para a realização dos ensaios. Esse modelo é proposto devido todos os equipamentos fornecidos pelos fabricantes serem submetidos aos mesmos critérios. Porém uma posterior pesquisa sobre a teste com formulação pode ser adequada para aferir-se a viabilidade desse modelo proposto.

Para a determinação da vazão de combustível, utiliza-se novamente um tubo de PVC contendo um transdutor de pressão instalado em seu fundo. As Eqs. (4.3), (4.4) e (4.5) possibilitarão a aquisição do parâmetro de interesse.

O fluxo de ar disponibilizado pelo soprador para o modelo costal, a exemplo do modelo pesado, também é verificado utilizando-se uma placa de orifício inserida entre o soprador e o bocal, além de dois transdutores de pressão. A Eq. (4.6) também é válida para esse caso.

### **4.3 DETERMINAÇÃO DAS TEMPERATURAS**

A tomada de temperaturas da formulação, do ar na saída do soprador, do óleo do motor, do compressor e também a temperatura ambiente é realizada através de termopares do tipo T, com limite de erro de  $\pm 0,75\%$  na faixa de utilização de 0 a 370°C. (Moreira, 2002)

Cada termopar instalado gera um sinal elétrico que é convertido em temperatura pelo sistema de aquisição de dados. Essa conversão de grandezas é realizada através da curva de calibração dos termopares.

Para o monitoramento da temperatura ambiente, utiliza-se um termopar fixado a uma haste de madeira e posicionado pelo menos a uma altura de 1,5m do solo e 0,5m das paredes do local para que não haja transferência de calor significativa destes para o termopar (Da Costa, 2002).

#### **4.3.1 NEBULIZADOR PESADO**

No caso da medição de temperatura do inseticida, insere-se a ponta do termopar na linha de formulação, logo após sua passagem pela bomba, ponto em que o fluido estará provavelmente mais aquecido durante todo seu escoamento. Devido a esse fato, a formulação inseticida pode vir a ter perda de suas propriedades, acarretando na perda da eficácia no tratamento de áreas.

Visando-se monitorar a temperatura do soprador durante a execução do ensaio, um termopar também é instalado de forma a permanecer em contato com o óleo lubrificante presente no cárter do compressor.

Os sopradores são dispositivos que operam com pouca elevação de pressão, porém superior aos limites usuais de ventiladores. Nos nebulizadores, sua importância está no fornecimento de vazão de ar constante para o bocal. Dessa forma, outro termopar deve também ser instalado na linha de ar,

próximo a saída do soprador, a fim de estimar sua massa específica logo após o processo de compressão.

#### 4.3.2 NEBULIZADOR COSTAL

Também vislumbrando o acompanhamento da temperatura da formulação inseticida durante o ensaio, instala-se um termopar no tanque de formulação. Esse deve ser instalado de forma a ficar em contato com o inseticida. Para o caso do nebulizador costal, o tanque de formulação fica próximo ao motor, o que o torna em um ponto de interesse para garantir que as propriedades do inseticida não sejam comprometidas.

#### 4.4 DETERMINAÇÃO DAS PRESSÕES

O monitoramento das pressões na saída do soprador, na entrada e na saída da bomba de formulação durante o ensaio dos nebulizadores é realizada através da implantação de transdutores de pressão. Tais dispositivos geram sinais elétricos que posteriormente são convertidos em pressão através de sua função de calibração.

##### 4.4.1 NEBULIZADOR PESADO

As pressões de interesse durante o ensaio serão adquiridas por transdutores de pressão devidamente calibrados e conectados a um módulo de aquisição de sinais. Os transdutores de pressão utilizados na saída do soprador e após a placa de orifício devem operar na faixa de 0 a 0.3 bar. O transdutor instalado na entrada da bomba de formulação deve operar no intervalo de -0.2 a 0 bar. Na saída da bomba de formulação, o transdutor utilizado deve funcionar na faixa de 0 a 0.5 bar. (Sciani, 2005)

A instalação de um sensor de pressão na saída do soprador se faz necessário para a determinação da densidade do ar naquele ponto e também para a verificação da potência impressa pelo mesmo ao escoamento através da Eq. (4.8).

$$P_{comp.} = Q_{ar} \times \Delta P_{ar} \quad (4.8)$$

Onde,

$P_{comp.}$  = potência impressa ao escoamento pelo soprador (kW)

$Q_{ar}$  = vazão de ar através da placa de orifício ( $m^3 / s$ )

$\Delta P_{ar}$  = diferença de pressão entre a saída e a entrada do soprador (kPa)

Vale lembrar aqui que a pressão de admissão do ar pelo soprador é a atmosférica, deste modo é necessário apenas um transdutor instalado na saída do mesmo para a determinação da diferença de pressão ( $\Delta P_{ar}$ ) na Eq. (4.8).

Os transdutores de pressão na entrada e saída da bomba de formulação serão importantes para a determinação da potência impressa ao escoamento de líquido através da mesma pela Eq. (4.9).

$$P_{B.F.} = Q_{líq.} \times \Delta P_{líq.} \quad (4.9)$$

Em que:

$P_{B.F.}$  = potência impressa ao escoamento pela bomba de formulação (kW)

$Q_{líq.}$  = vazão de líquido ( limpeza/formulação) ( $m^3 / s$ )

$\Delta P_{líq.}$  = Diferença de pressão entre a saída e entrada da bomba de formulação (kPa)

#### 4.4.2 NEBULIZADOR COSTAL

Para nebulizadores costais, transdutores de pressão instalados na saída do soprador com fundo de escala de 10 kPa são suficientes para uma medição satisfatória da grandeza (Da Costa, 2002).

Com a Eq. (4.8), a exemplo do modelo pesado, também pode ser verificada a potência impressa no escoamento de ar saindo do soprador com a instalação de um transdutor de pressão na saída do mesmo.

#### 4.5 NÍVEL DE RUÍDO

O nível de ruído durante a operação de um nebulizador é limitado pela WHO (2010) e estabelecido em 100 decibéis. Para a verificação deste limite, utiliza-se um decibelímetro.

No caso do nebulizador costal, posiciona-se o decibelímetro a altura da cabeça de um operador em frente ao nebulizador, exatamente no local onde deveria estar os ouvidos de um operador trabalhando com o equipamento em campo. Para o caso do nebulizador pesado, na mesma altura do chão citada, coletam-se os dados do nível de ruído ainda a 1m de cada lado do equipamento. Para ambos os casos, a leitura do decibelímetro deve ser feita quando o equipamento estiver em suas condições reais de operação, ou seja, quando o motor estiver em sua velocidade de operação.

#### 4.6 CÁLCULO DAS EFICIÊNCIAS

Os ensaios de caracterização dos nebulizadores contribuem ainda para a determinação das eficiências de cada equipamento testado. Nebulizadores mais eficientes, do ponto de vista energético, terão menores custos operacionais durante toda sua vida útil.

Além da redução de custos operacionais, o cálculo das eficiências também contém implicações ambientais. Nebulizadores com maior eficiência emitem quantidades reduzidas de gases do efeito estufa para a atmosfera, agredindo menos o ambiente durante sua operação e contribuindo para sustentabilidade do planeta.

Diante desses fatores, a apresentação dessa grandeza quando da comercialização de um nebulizador, pode exercer grande influência na decisão do cliente em optar por um fabricante ou outro. A eficiência, assim, serve como mais uma ferramenta de avaliação de custo/benefício na aquisição do equipamento.

A partir de todos os dados levantados durante os ensaios, determina-se a eficiência de cada equipamento constituinte dos nebulizadores e a eficiência global do conjunto para a condição de operação.

#### 4.6.1 NEBULIZADOR PESADO

Dados sobre a energia liberada na combustão do combustível utilizado e potência de eixo de saída do motor são necessários para expressar através da Eq. (4.10) a eficiência térmica do mesmo.

$$\eta_{mot.} = \frac{P_{mot.}}{\rho_{comb.} \times Q_{comb.} \times PCI_{comb.}} \quad (4.10)$$

Onde:

$\eta_{mot.}$  = eficiência térmica do motor

$P_{mot.}$  = potência de eixo de saída do motor (kW)

$\rho_{comb.}$  = massa específica do combustível (kg/m<sup>3</sup>)

$Q_{comb.}$  = consumo/vazão de combustível (m<sup>3</sup>/s)

$PCI_{comb.}$  = poder calorífico inferior do combustível (kJ/kg)

Para o compressor, o cálculo é determinado com base na divisão da potência impressa ao escoamento pela potência de eixo de saída do motor, e expressa pela Eq. (4.11) a seguir. Vale lembrar que a pressão de admissão do compressor é a atmosférica.

$$\eta_{comp.} = \frac{Q_{ar} \times \Delta P_{comp.}}{P_{mot.}} \quad (4.11)$$

Em que:

$\eta_{comp.}$  = eficiência do compressor

$Q_{ar}$  = fluxo de ar (m<sup>3</sup>/s)

$\Delta P$  = diferença de pressão entre a entrada e saída do compressor (kPa)

$P_{mot.}$  = potência de eixo de saída do motor (kW)

O rendimento da bomba de formulação é obtido pela divisão da potência elétrica que esta admite da bateria pela potência impressa ao escoamento de líquido (formulação ou limpeza), como mostra a Eq. (4.12).

$$\eta_{B.F.} = \frac{Q_{líq.} \cdot x \Delta P_{líq.}}{U \cdot I} \quad (4.12)$$

Onde:

$\eta_{B.F.}$  = eficiência da bomba de formulação

$Q_{líq.}$  = vazão de líquido (limpeza/formulação) ( $m^3 / s$ )

$\Delta P_{líq.}$  = Diferença de pressão entre a saída e entrada da bomba de formulação (Pa)

$U$  = tensão na bomba de formulação (V)

$I$  = corrente através da bomba de formulação (A)

A tensão e a corrente na Eq. (4.12) podem ser obtidas com o auxílio de um multímetro durante o ensaio do nebulizador.

A partir do cálculo do rendimento de todos os componentes constituintes dos nebulizadores pesados isoladamente, pode-se determinar a eficiência global ( $\eta_{global}$ ) para o conjunto com a Eq. (4.13).

$$\eta_{global} = \eta_{mot.} \cdot \eta_{comp.} \cdot \eta_{B.F.} \quad (4.13)$$

#### 4.6.2 NEBULIZADOR COSTAL

A única diferença entre os nebulizadores de modelos pesado e costal é que naquele tem-se uma bomba de formulação, enquanto que para o modelo costal o inseticida é escoado por gravidade e depressão gerada na lança. Sendo assim, os cálculos da eficiência para o motor ( $\eta_{mot.}$ ) e para o compressor ( $\eta_{comp.}$ ) ainda podem ser determinados pelas Eqs. (4.10) e (4.11) respectivamente.

A eficiência do conjunto ( $\eta_{global}$ ) será dada pela Eq. (4.14).

$$\eta_{global} = \eta_{mot.} \cdot \eta_{comp.} \quad (4.14)$$

## **5. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PROPOSTAS PARA EQUIPAMENTOS UBV – COSTAL E PESADO**

*Este capítulo apresenta as revisões e propostas das especificações técnicas mínimas para os nebulizadores UBV, modelos costal e pesado.*

Através da revisão do conjunto de especificações técnicas vigente para nebulizadores pesado e costal, foram identificados pontos passíveis de alteração com a finalidade de atender à norma WHO 2010 e também flexibilizar alguns requisitos que não exercem influência relevante no desempenho operacional e qualitativo dos nebulizadores.

Este capítulo apresenta propostas de alteração desses requisitos. As sugestões contemplam o texto original, o novo texto proposto, a justificativa para tal proposição e o método de verificação da mesma.

### **5.1 NEBULIZADOR PESADO**

#### **5.1.1 APRESENTAÇÃO NA RECEPÇÃO**

- O equipamento fornecido deve, na sua recepção, encontrar-se montado sobre estrado de madeira do tipo “palet”, com construção e dimensões adequadas a sua movimentação por empilhadeiras e porta-palets.
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Inspeção visual
- As partes do nebulizador devem se apresentar montadas entre si na mesma disposição requerida para a operação de nebulização, observando-se a posição que melhor propicie ventilação ao motor.
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Inspeção visual
- O chassi do nebulizador deve estar fixado ao estrado em madeira através de 4 parafusos de cabeça sextavada com arruelas lisas e porca sextavada, utilizando a mesma furação do chassi para fixação na caçamba do veículo quando em operação.
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Inspeção visual
- Todas as partes do nebulizador que possam se movimentar durante o transporte devem ser mantidas fixas por elementos de fixação facilmente removíveis quando da desembalagem.
  - Proposta: Manter.

- Método de verificação: Inspeção visual
- As partes mais frágeis do nebulizador que possam sofrer danos durante o transporte devem ser devidamente protegidas por espuma, plástico bolha, etc.
  - Proposta: Manter.
- Método de verificação: Inspeção visual
- O nebulizador fixado sobre o estrado em madeira , deve ser envolvido por caixa de papelão ou madeira, de dimensões adequadas, cujas faces externas devem conter informações básicas sobre fabricante, modelo, símbolos internacionais de cuidados quanto a umidade, empilhamento, posição, etc..
  - Proposta: Manter.
- Método de verificação: Inspeção visual
- A madeira usada na confecção da caixa e estrado de transporte deve ser originária de reflorestamento, com procedência comprovada por documentos.
  - Proposta: Excluir.
  - Justificativa: Item retirado devido a dificuldade de documentos comprobatórios.
- Método de verificação: Inspeção visual
- No interior da caixa, um envelope plástico lacrado, deve apresentar manual técnico em português, contendo todas as informações técnicas necessárias a instalação, operação e manutenção do equipamento, relação de peças e relação de representantes para aquisição de peças e assistência técnica.
  - Proposta: No interior da caixa, um envelope plástico lacrado, deve apresentar manuais técnicos em português do equipamento com seções específicas sobre o motor, compressor e bomba de formulação, contendo informações sobre operação, manutenção e lubrificação, além de orientações sobre defeitos, possíveis causas e suas soluções. Deverá conter ainda no manual, vista explodida dos componentes citados acima, relação dos componentes constituintes com suas respectivas especificações (sobretudo material constituinte de toda tubulação e tanque) e rede de assistência técnica em cada estado da federação, com CNPJ, endereço, e-mail, telefone e pessoa para contato.<sup>1</sup>
  - Justificativa: Objetiva disponibilizar o máximo de informações sobre o equipamento ao técnico que vá efetuar sua manutenção. Também visa garantir somente a inclusão de empresas legalmente constituídas, com CNPJ, na rede de assistência técnica.
- Método de verificação: Inspeção visual

---

<sup>1</sup> Caso o fornecedor não possua representação em algum estado, deverá haver declaração expressa de que as eventuais despesas de retirada, conserto e entrega no local de origem, correrão por conta do mesmo, sem nenhum ônus para o Ministério da Saúde; declaração de que as peças de reposição estarão disponíveis na rede de assistência técnica.



- 1.9. Inclusão
  - Proposta: O equipamento sem combustível e sem formulação não deverá pesar mais do que 250 kg.
  - Justificativa: Item incluído baseado na norma da World Health Organization (WHO).
  - Método de verificação: Pesagem do equipamento

### 5.1.2 CHASSIS ESTRUTURAL

- Deve ser confeccionado em aço carbono com propriedades mecânicas adequadas a sustentação do conjunto nebulizador; possuir coxins de borracha resistente para amortecimento de vibrações.
  - Proposta: Deve ser confeccionado em aço carbono com propriedades mecânicas adequadas a sustentação do conjunto nebulizador, possuindo ainda sistema de amortecimento de vibrações.
  - Justificativa: Retira-se a obrigatoriedade do sistema de amortecimento ser composto somente de coxins.
  - Método de verificação: Inspeção visual.
- Apresentará tratamento superficial anti-corrosivo adequado a proteção e durabilidade da estrutura.
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Imergir pedaço da chapa do chassis em água por 24 horas.
- O chassis deve apresentar pintura de acabamento sobre o tratamento anti-corrosivo.
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Inspeção visual.
- Na região da chapa que fará contato com o fundo da caçamba do veículo de transporte do nebulizador, deverão ser adequadamente dispostos um número mínimo de 4 (quatro) furos com diâmetro adequado a correta fixação do equipamento.
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Inspeção visual.
- Deve ser fornecido com os parafusos de fixação à caçamba do veículo.
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Inspeção visual.
- Pontos para fixação de cabos de aço devem existir na estrutura do conjunto nebulizador para permitir o transporte por elevação do mesmo.
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Inspeção visual.

### 5.1.3 TANQUE DE COMBUSTÍVEL

- O tanque de combustível deve ser adequadamente fixado ao chassi, permitindo porém sua desmontagem em caso de necessidade.
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Inspeção visual.
- Deve ser confeccionado em aço inoxidável, plástico ou outro material totalmente compatível com o uso de álcool e/ou gasolina, com espessura de parede mínima de 3 mm;
  - Proposta: Confeccionado em plástico ou outro material compatível com o uso de álcool e/ou gasolina. Caso o material seja plástico, deve ter espessura de parede mínima de 3 mm e ser resistente aos raios solares (anti-UV).
  - Justificativa: Proteção contra raios solares de um eventual tanque confeccionado em plástico, uma vez que o equipamento funcionará sob o sol. Bem como, redução na espessura, caso seja confeccionado em aço inoxidável ou outro metal.
  - Método de verificação: Imergir pedaço do tanque em combustível de trabalho por 24 horas sob a incidência dos raios solares e medição.
- A capacidade de armazenamento de combustível do tanque deve ser de no mínimo 30 litros.
  - Proposta: A capacidade deve ser suficiente para não menos do que 2 (duas) horas de operação continua sem recarga na mínima taxa de fluxo recomendada. O tipo de combustível deve ser claramente indicado na capa do acessório.
  - Justificativa: Item modificado tendo por base a norma da World Health Organization (WHO).
  - Método de verificação: Ensaio do nebulizador e inspeção visual.
- O tanque deve possuir indicação visual de nível de combustível integrada que permita observar facilmente a condição de enchimento do mesmo.
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Inspeção visual.
- A tampa de fechamento do tanque de combustível deve ser rosqueável, em material plástico (resistente ao combustível utilizado) adequado, com fechamento estanque por elemento de vedação e possuindo suspiro para compensação da pressão interna do mesmo durante seu esvaziamento;
  - Proposta: A tampa de fechamento do tanque de combustível deve ser rosqueável, em material plástico adequado (resistente ao combustível utilizado) , com fechamento estanque por elemento de vedação.

- Justificativa: Retira-se a obrigatoriedade de somente a tampa de fechamento dever conter o suspiro do tanque, podendo o mesmo ser incorporado ao tanque de acordo com critérios de cada fabricante.
- Método de verificação: Imergir a tampa do tanque em combustível de trabalho por 24 horas e inspeção visual.
- Inclusão
  - Proposta: O tanque ou sua tampa de fechamento deve possuir suspiro para compensação da pressão interna do mesmo durante seu esvaziamento.
  - Justificativa: Garantia de que haverá um suspiro integrado ao tanque de combustível.
  - Método de verificação: Inspeção visual.
- Inclusão
  - Proposta: Deve conter em seu corpo a identificação permanente: Combustível
  - Justificativa: Item adicionado tendo por base a norma da World Health Organization (WHO).
  - Método de verificação: Inspeção visual.

#### **5.1.4 MOTOR DE COMBUSTÃO**

- Deve ser de 4 tempos, a álcool e/ou gasolina, com partida elétrica e potência nominal de 18 HP (694 cc);
  - Proposta: Deve ser 4 tempos, a álcool e/ou gasolina e potência nominal entre 5 a 20 HP.
  - Justificativa: Ampliação da faixa de potência e livre escolha sobre o sistema de partida como forma de aumentar o grupo de fabricantes aptos a fornecerem os equipamentos e reduzir seu custo, uma vez que motores com partida manual apresentam geralmente valor inferior.
  - Método de verificação: Verificar catálogo do motor.
- O sistema elétrico do motor deve ser baseado em baterias de 12 Volts/20 amp, fornecida com o equipamento;
  - Proposta: O sistema elétrico do motor deve ser baseado em baterias de no mínimo 12 Volts/20 amp, fornecida com o equipamento.
  - Justificativa: Livre escolha da bateria com especificação mínima da anteriormente aceita. Em casos de partida elétrica do motor com este sendo de volume maior ou menor, a bateria deve ser capaz de dar sua partida.
  - Método de verificação: Utilização de multímetro.
- O sistema de ignição do motor deve ser do tipo eletrônica.
  - Proposta: Excluir.

- Justificativa: Objetiva a redução do custo do equipamento, uma vez que sistema de ignição mecânico tem valor inferior. Também amplia a gama de fabricantes aptos a fornecerem o equipamento.
- O filtro de óleo deve ser a cartucho rosqueável externo, facilmente removível.
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Inspeção visual.
- O filtro de ar do motor deve ser facilmente acessível, permitindo eventuais trocas ou limpeza.
  - Proposta: O filtro de ar do motor deve ser facilmente acessível, permitindo eventuais trocas ou limpeza, além de capacidade de retenção de partículas acima de 100 µm de diâmetro.
  - Justificativa: Item modificado tendo por base a norma da World Health Organization (WHO).
  - Método de verificação: Aspiração de elementos de 100 µm contra o filtro e inspeção visual.
- A extremidade externa do virabrequim deve estar acoplada ao compressor por acoplamento apropriado, dispondo de elementos elásticos capazes de assegurar compensação de alinhamento e amortecimento de vibrações e esforços de partida.
  - Proposta: A extremidade externa do virabrequim deve conter capa de proteção e estar acoplada ao compressor por acoplamento apropriado, dispondo de elementos elásticos capazes de assegurar compensação de alinhamento e amortecimento de vibrações e esforços de partida.
  - Justificativa: Item modificado tendo por base a norma da World Health Organization (WHO).
  - Método de verificação: Inspeção visual.
- O motor deve estar montado sobre o chassis através de coxins amortecedores apropriados a uma operação com baixos níveis de vibração;
  - Proposta: O motor deve estar montado sobre o chassis e possuir sistema de amortecimento apropriado a baixos níveis de vibração.
  - Justificativa: Retira-se a obrigatoriedade do sistema de amortecimento ser composto somente de coxins.
  - Método de verificação: Inspeção visual.
- Deve possuir vareta para avaliação visual do nível de óleo no carter do motor;
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Inspeção visual.
- O sistema de alimentação deve ser equipado de filtro de combustível em linha, facilmente removível e compatível com o combustível empregado.
  - Proposta: Manter.

- Método de verificação: Imergir pedaço das mangueiras em combustível por 24 horas a temperaturas entre 20 e 30°C e inspeção visual.
- As mangueiras flexíveis do sistema de alimentação devem ser compatíveis com o combustível empregado e montadas em suas extremidades por braçadeiras removíveis.
  - Proposta: - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Imergir pedaço das mangueiras em combustível por 24 horas a temperaturas entre 20 e 30°C e inspeção visual.
- Inclusão.
  - Proposta: Deverá constar de horímetro digital.
  - Justificativa: Inclusão de um horímetro visando a definição de uma periodicidade adequada de manutenção.
  - Método de verificação: Inspeção visual.
- Inclusão.
  - Proposta: Deve haver proteção adequada sobre o sistema de exaustão de gases do motor.
  - Justificativa: Item incluído tendo por base a norma da World Health Organization (WHO).
  - Método de verificação: Inspeção visual.
- Inclusão.
  - Proposta: O nível de ruído sob condições de operação não deve ser maior que 100 decibéis. Quando exceder 85 decibéis, deve ser devidamente indicado e protetores auriculares devem ser fornecidos com o equipamento.
  - Justificativa: Item incluído tendo por base a norma da World Health Organization (WHO).
  - Método de verificação: Ensaio do nebulizador e inspeção visual.

### **5.1.5 COMPRESSOR**

- Deve ser de deslocamento positivo, do tipo lóbulos (roots).
  - Proposta: O compressor pode ser de qualquer tipo, ou seja, lóbulos, centrífugo etc, desde que atenda as condições de serviço adequadas.
  - Justificativa: Objetiva abrir espaço para a evolução dos nebulizadores, deixando livre a escolha sobre o tipo de compressor a ser utilizado. O item deixa ainda de prestigiar aqueles fabricantes que já vêm fornecendo o equipamento, colocando todos eles com mesmo potencial de fornecimento.
  - Método de verificação: Ensaio do nebulizador e inspeção visual.

- Os materiais empregados na construção do compressor devem garantir a durabilidade do mesmo, sendo requisito mínimo o uso do ferro fundido para o bloco e aço carbono de elevada resistência no local de assentamento dos mancais/rolamentos.
  - Proposta: Excluir.
  - Justificativa: Inviabilidade de aferição de tal propriedade.
- Tratamentos termo-químicos adequados (têmpera, revenimento, etc.) devem ser adotados no processo de fabricação, para a melhoria das propriedades mecânicas e superficiais das partes estruturais do compressor.
  - Proposta: Excluir.
  - Justificativa: Inviabilidade de aferição de tal propriedade.
- A capacidade volumétrica padrão deve ser de no mínimo 12,35 m<sup>3</sup>/min (436 CFM).
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Ensaio do nebulizador.
- O cárter do compressor deve possuir parafuso tipo plug para preenchimento e drenagem do óleo lubrificante.
  - Proposta: O cárter do compressor deve possuir parafuso tipo plug para preenchimento e drenagem do óleo lubrificante, caso seja aplicável ao compressor empregado.
  - Justificativa: Item modificado tendo em vista a adequação ao item 5.7.1 alterado.
  - Método de verificação: Inspeção visual
- Deve dispor de recursos (vareta de nível, visor, etc.) para controle visual do nível de óleo lubrificante contido no cárter.
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Inspeção visual
- Inclusão.
  - Proposta: A admissão do compressor deve ser equipada de filtro de ar com elemento filtrante removível de capacidade de retenção de partículas acima de 100 µm de diâmetro.
  - Justificativa: Item incluído tendo por base a norma da World Health Organization (WHO).
  - Método de verificação: Aspiração de elementos de 100 µm contra o filtro.
- Inclusão
  - Proposta: A mangueira de saída do compressor deverá conter uma válvula de alívio que abra sempre que a pressão do sistema alcance 50 KPa como forma de evitar sobrepressão. A mesma deve selar assim que a pressão for reduzida.
  - Justificativa: Item incluído tendo por base a norma da World Health Organization (WHO).

- Método de verificação: Introdução de pressão de 50 kPa na linha de ar e inspeção visual.

### **5.1.6 TANQUE DE LIMPEZA (FLUSH TANK)**

- Deve ser adequadamente fixado ao chassis, permitindo porém sua desmontagem caso necessário.
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Inspeção visual.
- Deve ser confeccionado material plástico compatível com o uso das formulações inseticidas usuais em combate a vetores, em material translúcido de cor branca que permita avaliar visualmente seu enchimento.
  - Proposta: Deve ser confeccionado em material plástico translúcido, para verificação visual do enchimento e nível, com espessura mínima de 3 mm, ser resistente aos raios solares (anti-UV) e produtos de limpeza (tenso-ativos), detergentes, álcool etc.
  - Justificativa: Manter a padronização de espessura com os demais tanques, além de impor a resistência a raios UV e produtos de limpeza.
  - Método de verificação: Imergir pedaço do tanque em solução de limpeza de trabalho por 24 horas a temperaturas entre 20° e 30°C. Medição e inspeção visual.
- A capacidade de armazenamento do tanque deve ser de no mínimo 3 litros.
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Enchimento com água de um volume de 3 litros e drenagem.
- A tampa de fechamento do bocal de abastecimento do tanque deve ser rosqueável, em material plástico compatível (em material resistente ao solvente utilizado), com fechamento estanque por elemento de vedação e possuindo suspiro para compensação da pressão interna do mesmo durante seu esvaziamento;
  - Proposta: A tampa de fechamento do bocal de abastecimento do tanque deve ser rosqueável, em material plástico compatível (resistente ao solvente utilizado), com fechamento estanque por elemento de vedação.
  - Justificativa: Retira-se a obrigatoriedade de somente a tampa de fechamento dever conter o suspiro do tanque, podendo o mesmo ser incorporado ao tanque de acordo com critérios de cada fabricante.
  - Método de verificação: Imergir a tampa do tanque em solução de limpeza de trabalho por 24 horas a temperaturas de 20 a 30°C e inspeção visual.
- Inclusão.
  - Proposta: O tanque ou sua tampa de fechamento deve possuir suspiro para compensação da pressão interna do mesmo durante seu esvaziamento.

- Justificativa: Garantia de que haverá um suspiro integrado ao tanque.
- Método de verificação: Inspeção visual.
- Inclusão.
  - Proposta: Deve conter em seu corpo a identificação permanente: Limpeza
  - Justificativa: Item adicionado tendo por base a norma da World Health Organization (WHO).
  - Método de verificação: Inspeção visual.

### 5.1.7 LANÇA DE PULVERIZAÇÃO

- Deve ser confeccionada em tubos de aço carbono com diâmetro adequado, possuindo acabamento anti-corrosivo e pintura.
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Inspeção visual
- A lança deve possuir, em sua articulação com a descarga do compressor e o bico pulverizador, dois graus de liberdade para correto ajuste manual do ângulo de lançamento de jato de spray.
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Inspeção visual
- A fixação da lança em cada grau de liberdade deve ser efetuada por parafuso acionável manualmente.
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Inspeção visual
- Inclusão.
  - Proposta: A lança deverá conter , no máximo, 2 (duas) curvas.
  - Justificativa: Item inserido visando a redução da perda de carga na tubulação da lança de pulverização.
  - Método de verificação: Inspeção visual

### 5.1.8 BOCAL NEBULIZADOR (NOZZLE)

- Deve operar segundo o conceito do bocal gasoso tipo vórtice onde a formação de *spray* é realizada a partir da quebra do líquido aspergido pela corrente de ar pressurizado fornecida pelo compressor, resultando na formação da névoa fria.
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Ensaio do nebulizador.



- As partes do bocal nebulizador devem ser confeccionadas em materiais adequados e resistentes a corrosão e erosão tais como aço inoxidável, latão e nylon.
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Inspeção visual após realização dos ensaios.
- A névoa produzida pelo bocal deve ser caracterizada por um espectro de gotas com um diâmetro de volume médio menor que 25  $\mu\text{m}$  (90 % devem estar abaixo de 20  $\mu\text{m}$ ), para uma vazão de líquido na faixa de 0,6-6  $\text{m}^3/\text{min}$ , com pressão de alimentação do ar entre 15-35 kPa.
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Anemometria de fio quente ou técnica de lâminas ou outra técnica de medição de espectros de gotas.
- Inclusão.
  - Proposta: Deve haver um dispositivo a montante do bocal para aferição da pressão de alimentação do mesmo.
  - Justificativa: Facilidade de encontrar a condição ótima de pressão para que essa possa gerar gotículas do tamanho desejado.
  - Método de verificação: Inspeção visual.

### 5.1.9 COMANDO REMOTO

- Deve possuir comandos para, no mínimo ligar e desligar a bomba de formulação.
  - Proposta: Deve conter identificações permanentes dos acionamentos e possuir comandos para, no mínimo, desligar o nebulizador e ligar e desligar a bomba de formulação.
  - Justificativa: Item modificado tendo por base a norma da World Health Organization (WHO).
  - Método de verificação: Inspeção visual.
- O cabo de comando deve possuir comprimento mínimo de 3 m, suficiente para operação na cabine do motorista.
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Medição.
- Inclusão.
  - Proposta: Deve conter dispositivo para alerta do operador quanto a secagem completa do tanque de formulação.
  - Justificativa: Evita-se a sobrecarga da bomba de formulação e que o motorista continue a operação sem aspergir inseticida.
  - Método de verificação: Inspeção visual.

### 5.1.10 SISTEMA DE BOMBEAMENTO DA FORMULAÇÃO

- Deve ser montado no interior de caixa a prova d'água fixada ao chassis por parafusos acessíveis facilmente em caso de remoção e, com tampa de fácil abertura e furação em seu fundo para drenagem do formulação em caso de problema de vazamentos internos.
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Inspeção visual.
- A estanqueidade da caixa deve ser garantida por elemento de vedação substituível, entre a tampa e o corpo da caixa.
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Banho de água da caixa fechada.
- A caixa deve ser confeccionada em material plástico resistente com espessura de parede mínima de 3 mm.
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Medição.
- A caixa estanque deve possuir tampa articulada sobre dobradiças, com abertura por fecho rápido que permita uso de cadeado.
  - Proposta: A caixa estanque deve possuir tampa articulada sobre dobradiças, com abertura por fecho rápido.
  - Justificativa: O cadeado prejudica a função do tipo de abertura (fecho rápido).
  - Método de verificação: Inspeção visual.
- A bomba de formulação deve ser de deslocamento positivo variável a pistão, com capacidade ajustável entre 30 e 532,26 ml/min (1-18 oz/min);
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Ensaio do nebulizador.
- O pistão da bomba de formulação deve ser confeccionado em aço inoxidável, sendo seu cilindro confeccionado em material cerâmico.
  - Proposta: Excluir.
  - Justificativa: Inviabilidade de aferição de tal propriedade.
- As vedações usadas na construção da bomba de formulação deve ser o Teflon e/ou o Ryton.
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Inspeção visual.

- A linha de sucção da bomba de formulação deve ser equipada de cartucho filtro removível para retenção de partículas.  
- Proposta: Manter.  
- Método de verificação: Inspeção visual.
- As mangueiras e conexões usadas no sistema de bombeamento devem ser confeccionadas em nylon, devendo as conexões permitir uma desmontagem facilitada em caso de manutenção.  
- Proposta: Manter.  
- Método de verificação: Inspeção visual.
- A bomba de formulação deve permitir o escoamento de inseticida mesmo com o motor desligado para aferição de vazão; deve possuir chave de segurança que impeça seu acionamento acidental com o motor desligado;  
- Proposta: Manter.  
- Método de verificação: Ensaio do nebulizador e inspeção visual.

#### **5.1.11 PARTES ACESSÓRIAS**

- O nebulizador deve ser equipado de filtro de solução tipo cartucho removível, posicionado em local de fácil acesso entre a saída da unidade de bombeamento de formulação e o bocal (nozzle).  
- Proposta: Manter.  
- Método de verificação: Inspeção visual.
- A admissão do compressor deve ser equipada de filtro de ar com elemento filtrante removível.  
- Proposta: Excluir.  
- Justificativa: Item adicionado na seção específica sobre o compressor.
- As mangueiras flexíveis utilizadas no nebulizador para a condução da formulação e fluido de limpeza devem ser em nylon .  
- Proposta: Manter.  
- Método de verificação: Inspeção visual.

### **5.2 NEBULIZADOR COSTAL**

#### **5.2.1 PARTES ACESSÓRIAS**

- As partes do nebulizador citadas na seção 4.1 devem se apresentar montadas entre si na mesma disposição requerida para a operação de nebulização.  
- Proposta: As partes do nebulizador devem se apresentar montadas entre si na mesma disposição requerida para a operação de nebulização, observando posição que propicie a ventilação ao motor.

- Justificativa: Evitar o superaquecimento do motor.
- Método de verificação: Inspeção visual
- Todas as partes do nebulizador que possam se movimentar durante o transporte devem ser mantidas fixas por elementos de fixação facilmente removíveis quando da desembalagem.
- Proposta: Manter.
- Método de verificação: Inspeção visual
- As partes mais frágeis do nebulizador que possam sofrer danos durante o transporte devem ser devidamente protegidas por espuma, plástico bolha, etc..
- Proposta: Manter.
- Método de verificação: Inspeção visual
- No interior da caixa, um envelope plástico lacrado, deve apresentar os manuais, em português, contendo todas as informações técnicas necessárias à instalação, operação e manutenção do equipamento, incluindo relação de peças e representantes para aquisição de peças e assistência técnica.
- Proposta: No interior da caixa, um envelope plástico lacrado, deve apresentar manuais técnicos em português do equipamento com seções específicas sobre o motor, compressor e bomba de formulação, contendo informações sobre operação, manutenção e lubrificação, além de orientações sobre defeitos, possíveis causas e suas soluções. Deverá conter ainda no manual vista explodida dos componentes citados acima, relação dos componentes constituintes com suas respectivas especificações (sobretudo material constituinte de toda tubulação e tanque) e rede de assistência técnica em cada estado da federação, com CNPJ, endereço, e-mail, telefone e pessoa para contato. Nota: Caso o fornecedor não possua representação em algum estado, deverá haver declaração expressa de que as eventuais despesas de retirada, conserto e entrega no local de origem, correrão por conta do mesmo, sem nenhum ônus para o Ministério da Saúde; declaração de que as peças de reposição estarão disponíveis na rede de assistência técnica;
- Justificativa: Objetiva disponibilizar o máximo de informações sobre o equipamento ao técnico que vá efetuar sua manutenção. Também visa garantir somente a inclusão de empresas legalmente constituídas, com CNPJ, na rede de assistência técnica.
- Método de verificação: Inspeção visual

## **5.2.2 ESTRUTURA DE SUPORTE**

- Deve ser confeccionada em aço carbono com propriedades mecânicas e dimensões adequadas a sustentação do conjunto nebulizador, possuindo, em sua face de contato com as costas do operador almofada moldável propiciando conforto ao operador e atenuando vibrações.
- Proposta: Manter.

- Método de verificação: Inspeção visual
- Deve apresentar correias almofadadas de sustentação em material resistente ao desgaste por atrito, solidamente fixadas a estrutura de suporte, com fivelas reguláveis.
  - Proposta: Manter.
- Método de verificação: Inspeção visual
- Coxins de borracha para amortecimento de vibrações devem isolar a estrutura de suporte do conjunto motor-compressor-tanques.
  - Proposta: Deve ser usado um sistema de amortecimentos de vibrações adequado para isolar a estrutura de suporte do conjunto motor-compressor-tanques.
  - Justificativa: Retira-se a obrigatoriedade do sistema de amortecimento ser composto somente de coxins.
- Método de verificação: Inspeção visual
- Apresentará tratamento superficial anti-corrosivo adequado a proteção e durabilidade prolongadas da estrutura, nas condições climáticas encontradas no Brasil.
  - Proposta: Apresentará tratamento superficial anti-corrosivo adequado a proteção e durabilidade prolongadas da estrutura.
  - Justificativa: Adequado a todas condições climáticas.
- Método de verificação: Imergir pedaço da estrutura de suporte em água por 24 horas.
- Deve apresentar pintura de acabamento resistente ao desgaste mecânico, sobre o tratamento anti-corrosivo.
  - Proposta: Manter.
- Método de verificação: Inspeção visual.
- O equipamento completamente abastecido em combustível e formulação não deverá pesar mais do que 18 kg.
  - Proposta: O equipamento completamente abastecido em combustível e formulação não deverá pesar mais do que 25 kg.
  - Justificativa: Item modificado tendo por base a norma da World Health Organization (WHO).
- Método de verificação: Pesagem.
- Inclusão.
  - Proposta: Deve ter identificações de fácil localização referentes ao nome e contato do fabricante, tipo de máquina, data de fabricação ou número de série, o tipo de combustível utilizado. As identificações não podem ser obscurecidas ou ficarem ilegíveis pela exposição às formulações de pesticidas

- Justificativa: Objetiva disponibilizar o máximo de informações sobre o equipamento ao técnico que vá efetuar sua manutenção.
- Método de verificação: Inspeção visual.
- Inclusão.
  - Proposta: A largura da alça deve ser suficiente para evitar desconforto quando posicionado no ombro do operador e deve ter ao menos  $50 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ . A alça deve ter comprimento ajustável para pelo menos 75 cm no tamanho.
  - Justificativa: Item incluído tendo por base a norma da World Health Organization (WHO).
  - Método de verificação: Medição.

### 5.2.3 TANQUE DE COMBUSTÍVEL

- O tanque de combustível deve ser adequadamente fixado ao chassi, abaixo do motor, permitindo porém sua desmontagem em caso de necessidade.
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Inspeção visual.
- Deve ser confeccionado em plástico translúcido (para visualização do nível de combustível) totalmente compatível com o uso de álcool e/ou gasolina (polietileno translúcido, aditivado contra raios solares, ou similar), com espessura de parede mínima de 3 mm.
  - Proposta: Confeccionado em plástico ou outro material compatível com o uso de álcool e/ou gasolina. Caso o material seja plástico, deve ter espessura de parede mínima de 3 mm e ser resistente aos raios solares (anti-UV).
  - Justificativa: Proteção contra raios solares de um eventual tanque confeccionado em plástico, uma vez que o equipamento funcionará sob o sol. Bem como, redução na espessura, caso seja confeccionado em aço inoxidável ou outro metal.
  - Método de verificação: Imergir pedaço do tanque em combustível de trabalho por 24 horas em uma temperatura de  $20^{\circ}$  a  $30^{\circ} \text{ C}$  e medição.
- O material do tanque não deve se tornar quebradiço ou apresentar bolhas após trabalho contínuo exposto ao sol e condições climáticas adversas. Devem apresentar características adequadas de resistência, pressão de ruptura, elasticidade, compatibilidade química, flexibilidade. Devem possuir elevada resistência à fadiga de flexão, podendo ser usado sob vibrações.
  - Proposta: Excluir.
  - Justificativa: Item retirado tendo por base a norma da World Health Organization (WHO), sendo o mesmo item melhor redigido na linha abaixo.

- Inclusão.
  - Proposta: O material utilizado de fabricação não deve tornar-se rígido, frágil ou flexível.
  - Justificativa: Item incluído tendo por base a norma da World Health Organization (WHO).
  - Método de verificação: Imergir pedaço do tanque em combustível de trabalho por 24 horas em uma temperatura de 20° a 30 ° C.
- A capacidade de armazenamento de combustível do tanque deve estar em torno de 2 litros.
  - Proposta: A capacidade e o consumo por tempo de operação do motor devem ser declarados e devem ser suficientes para não menos do que 1 (uma) hora de operação continua sem recarga na mínima taxa de fluxo recomendada. O tipo de combustível deve ser claramente indicado na capa do acessório.
  - Justificativa: Item modificado tendo por base a norma da World Health Organization (WHO).
  - Método de verificação: Ensaio do nebulizador e inspeção visual.
- A tampa de fechamento do bocal de abastecimento do tanque deve ser rosqueável, em material plástico compatível (em material resistente ao solvente utilizado), com fechamento estanque por elemento de vedação e possuindo suspiro para compensação da pressão interna do mesmo durante seu esvaziamento;
  - Proposta: A tampa de fechamento do bocal de abastecimento do tanque deve ser rosqueável, em material plástico compatível (resistente ao solvente utilizado), com fechamento estanque por elemento de vedação.
  - Justificativa: Retira-se a obrigatoriedade de somente a tampa de fechamento dever conter o suspiro do tanque, podendo o mesmo ser incorporado ao tanque de acordo com critérios de cada fabricante.
  - Método de verificação: Imergir pedaço do tanque em combustível de trabalho por 24 horas em uma temperatura de 20° a 30 ° C e inspeção visual.
- Inclusão.
  - Proposta: O tanque ou sua tampa de fechamento deve possuir suspiro para compensação da pressão interna do mesmo durante seu esvaziamento.
  - Justificativa: Garantia de que haverá um suspiro integrado ao tanque.
  - Método de verificação: Inspeção visual.

## 5.2.4 TANQUE DE FORMULAÇÃO INSETICIDA

- O tanque de formulação deve ser adequadamente fixado ao chassi, por meio de coxins amortecedores.
  - Proposta: O tanque de formulação deve ser adequadamente fixado ao chassi por meio de um sistema de amortecimento adequado.
  - Justificativa: Retira-se a obrigatoriedade do sistema de amortecimento ser composto somente de coxins.
  - Método de verificação: Inspeção visual.
- Deve ser confeccionado em material plástico translúcido (para visualização do nível de formulação), compatível com o uso de formulações inseticidas, apresentando espessura de parede mínima de 3 mm, sem apresentar rebarbas, cantos vivos, ou imperfeições de conformação que acarretem concentrações de tensões.
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Imergir pedaço do tanque em formulação de trabalho por 24 horas em uma temperatura de 20° a 30 ° C, inspeção visual e medição.
- O material do tanque não deve se tornar quebradiço ou apresentar bolhas após trabalho contínuo exposto ao sol e condições climáticas adversas. Devem apresentar características adequadas de resistência, pressão de ruptura, elasticidade, compatibilidade química, flexibilidade. Devem possuir elevada resistência à fadiga de flexão, podendo ser usado sob vibrações.
  - Proposta: Excluir.
  - Justificativa: Item retirado tendo por base a norma da World Health Organization (WHO), sendo o mesmo item melhor redigido na linha abaixo.
- Inclusão
  - Proposta: O material utilizado de fabricação não deve tornar-se rígido, frágil ou flexível.
  - Justificativa: Item incluído tendo por base a norma da World Health Organization (WHO).
  - Método de verificação: Imergir pedaço do tanque em combustível de trabalho por 24 horas em uma temperatura de 20° a 30 ° C.
- A capacidade de armazenamento do tanque deve ser próxima de 6 litros.
  - Proposta: A capacidade e o consumo por tempo de operação do motor devem ser declarados e devem ser suficientes para não menos do que 1 (uma) hora de operação continua sem recarga na mínima taxa de fluxo recomendada. O tipo de combustível deve ser claramente indicado na capa do acessório.
  - Justificativa: Item modificado tendo por base a norma da World Health Organization (WHO).
  - Método de verificação: Enchimento com um volume mínimo de 1 litro de água.



- O tanque deve possuir conexão auxiliar de pressurização pelo ar da turbina, promovendo a agitação da formulação pela injeção de ar no fundo do tanque.  
 - Proposta: Manter.  
 - Método de verificação: Inspeção visual.
- A tampa de fechamento do bocal de abastecimento do tanque deve ser rosqueável, em material plástico compatível (em material resistente ao solvente utilizado), com fechamento estanque por elemento de vedação e possuindo suspiro para compensação da pressão interna do mesmo durante seu esvaziamento;  
 - Proposta: A tampa de fechamento do bocal de abastecimento do tanque deve ser rosqueável, em material plástico compatível (resistente ao solvente utilizado), com fechamento estanque por elemento de vedação.  
 - Justificativa: Retira-se a obrigatoriedade de somente a tampa de fechamento dever conter o suspiro do tanque, podendo o mesmo ser incorporado ao tanque de acordo com critérios de cada fabricante.  
 - Método de verificação: Imergir pedaço do tanque em formulação de trabalho por 24 horas em uma temperatura de 20° a 30 ° C e inspeção visual.
- Inclusão.  
 - Proposta: O tanque ou sua tampa de fechamento deve possuir suspiro para compensação da pressão interna do mesmo durante seu esvaziamento.  
 - Justificativa: Garantia de que haverá um suspiro integrado ao tanque.  
 - Método de verificação: Inspeção visual.

### **5.2.5 MOTOR DE COMBUSTÃO**

- Deve ser de 2 tempos, a gasolina, refrigerado a ar, com potência em torno de 3,7 HP, partida por cordão retrátil, cilindrada em trono de 48 cm<sup>3</sup> e rotação de 2200 a 7600 RPM.  
 - Proposta: Deve ser de 2 tempos, a gasolina, refrigerado a ar, com potência de 1 a 4 HP, partida por cordão retrátil.  
 - Justificativa: Ampliação da faixa de potência como forma de aumentar o grupo de fabricantes aptos a fornecerem os equipamentos.  
 - Método de verificação: Verificar catálogo do fabricante e inspeção visual.

- O filtro de ar do motor deve ser facilmente acessível, permitindo eventuais trocas ou limpeza. O elemento filtrante deve propiciar uma área de filtração maximizada e perda de carga reduzida com capacidade para retenção de partículas de até 25 microns, operando com perfeita vedação por juntas de material adequado (poliuretano, ou equivalente).
  - Proposta: O filtro de ar do motor deve ser facilmente acessível, permitindo eventuais trocas ou limpeza, além de capacidade de retenção de partículas acima de 100 µm de diâmetro.
  - Justificativa: Item modificado tendo por base a norma da World Health Organization (WHO).
  - Método de verificação: Aspiração de elementos de 100 µm contra o filtro e inspeção visual.
- A extremidade externa do virabrequim deve estar unida à turbina por acoplamento apropriado, dispondo de elasticidade suficiente para compensação de desalinhamentos e o amortecimento de vibrações e esforços de partida.
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Inspeção visual
- O motor deve estar devidamente acoplado e alinhado a turbina para pronto uso, dentro das tolerâncias de desalinhamento do acoplamento.
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Medição.
- O sistema de alimentação deve ser equipado de filtro de combustível em linha, facilmente removível e compatível com o combustível empregado.
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Inspeção visual e imersão do filtro em combustível de operação por 24 horas em uma temperatura entre 20° e 30°C.
- As mangueiras flexíveis do sistema de alimentação devem ser compatíveis com o combustível empregado, possuindo em suas extremidades abraçadeiras metálicas ajustáveis e removíveis.
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Inspeção visual e imersão de pedaços das mangueiras em combustível de operação por 24 horas em uma temperatura entre 20° e 30°C.
- Deve possuir placa de identificação de fácil leitura, fixada em local visível, contendo no mínimo as seguintes informações: fabricante, modelo, número de série, ano e características técnicas básicas de desempenho e operação.
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Inspeção visual

- Os controles de partida, aceleração e desligamento devem estar instalados em local seguro e de fácil acesso ao operador.  
- Proposta: Manter.  
- Método de verificação: Inspeção visual
- As superfícies quentes do motor devem possuir carenagem de proteção fabricadas em material resistente a altas temperaturas e capazes de manter suas propriedades mecânicas após longos períodos de utilização.  
- Proposta: Manter.  
- Método de verificação: Inspeção visual durante os ensaios com o nebulizador.

### **5.2.6 COMPRESSOR**

- Deve ser do tipo centrifugo, com características de desempenho compatíveis com a faixa de operação do motor.  
- Proposta: Manter.  
- Método de verificação: Inspeção visual e ensaios.
- Os materiais empregados na construção do compressor devem garantir sua longa durabilidade.  
- Proposta: Excluir.  
- Justificativa: Inviabilidade de aferição de tal propriedade.
- O deslocamento volumétrica deve alcançar até 450 m<sup>3</sup>/h.  
- Proposta: Manter.  
- Método de verificação: Ensaios do nebulizador.
- A estanqueidade quanto a vazamentos de ar deve ser garantida em todas as partes do compressor pelo uso de juntas, retentores e outros elementos de vedação adequados. Em especial, na passagem do eixo de acionamento da turbina pela carcaça onde um retentor adequado deve ser usado.  
- Proposta: A estanqueidade quanto a vazamentos de ar deve ser garantida em todas as partes do compressor pelo uso de juntas, retentores e outros elementos de vedação adequados.  
- Justificativa: Deve ser estanque em todos os pontos.  
- Método de verificação: Observação durante ensaios.
- Deve possuir placa de identificação de fácil leitura, fixada em local visível, contendo no mínimo as seguintes informações: fabricante, modelo, número de série, ano e características técnicas básicas de desempenho e operação.  
- Proposta: Manter.  
- Método de verificação: Inspeção visual.

- Inclusão.
  - Proposta: A admissão do compressor deve ser equipada de filtro de ar com elemento filtrante removível de capacidade de retenção de partículas acima de 100 µm de diâmetro.
  - Justificativa: Item incluído tendo por base a norma World Health Organization (WHO).
  - Método de verificação: Aspiração de elementos de 100 µm contra o filtro.

### 5.2.7 LANÇA DE PULVERIZAÇÃO

- Deve ser confeccionada em material plástico adequado (polietileno aditivado contra raios solares, ou similar).
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Inspeção visual.
- A lança deve possuir, em sua articulação com a descarga do compressor, uma articulação flexível em borracha sanfonada, permitindo total liberdade de manuseio para o ajuste do ângulo de emissão do jato. Abraçadeiras metálicas ajustáveis, em material resistente a corrosão devem ser usadas na montagem da articulação flexível.
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Inspeção visual e imersão das abraçadeiras em água por 24 horas.
- Deve possuir elemento de drenagem para remoção da formulação eventualmente acumulada em seu interior.
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Inspeção visual.
- O peso da lança deve ser limitado para permitir trabalho prolongado, com um mínimo esforço do operador.
  - Proposta: Excluir.
  - Justificativa: Item muito abrangente, sem a limitação de peso estipulado por norma.
- Inclusão.
  - Proposta: Deve possuir no máximo 2 (duas) curvas e um comprimento mínimo de 500 mm.
  - Justificativa: Evitar perda de carga.
  - Método de verificação: Inspeção visual.

## 5.2.8 BOCAL NEBULIZADOR (NOZZLE)

- Deve operar segundo o conceito de energia gasosa, ou de dois fluídos, apropriado para nebulização (UBV), com turbina rotativa ou outro sistema acoplado, ajustável, para facilitar a quebra e distribuição das partículas.
  - Proposta: Deve permitir ajuste ou troca do bocal para facilitar a quebra e distribuição das gotículas aspergidas.
  - Justificativa: Permitir a utilização de diferentes tipos de bocais desde que sejam capazes de formar uma névoa adequada.
  - Método de verificação: Inspeção visual.
- Deve dispor, na linha de fornecimento da formulação ao bico, de válvula para interrupção do fluxo com 45° entre abertura e fechamento total.
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Ensaio com o nebulizador.
- A montante do bico pulverizador, a linha de fornecimento da formulação, deve dispor de elemento filtrante, removível manualmente, capaz de reter partículas com até 20 microns.
  - Proposta: A montante do bico pulverizador, a linha de fornecimento da formulação deve dispor de elemento filtrante, removível manualmente, capaz de reter partículas com até 30 µm.
  - Justificativa: Item modificado tendo por base a norma da World Health Organization (WHO).
  - Método de verificação: Ensaio com o nebulizador.
- As partes do bocal nebulizador devem ser desmontáveis em caso de reparo eventual ou troca de bico, sendo confeccionadas em materiais adequados e resistentes a corrosão e erosão tais como aço inoxidável, latão e nylon.
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Ensaio com o nebulizador.
- A névoa produzida pelo bocal deve ser caracterizada por um espectro de gotas com um diâmetro de volume médio (DMV) menor que 50 µm para 80 % das gotas, para uma vazão de formulação entre 50 e 500 ml/min, de acordo com a modalidade de aplicação (UBV ou residual).
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Medição com anemometria de fio quente ou técnica de lâminas.
- O jato de spray deve ser capaz de atingir alcance horizontal de 15 m e alcance vertical de 12 metros.
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Ensaio com o nebulizador.

## 5.2.9 PARTES ACESSÓRIAS

- O nebulizador deve ser equipado de filtro de solução tipo cartucho removível, posicionado em local de fácil acesso entre a saída da unidade de bombeamento de formulação e o bocal (nozzle)
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Inspeção visual
- A admissão do compressor deve ser equipada de filtro de ar com elemento filtrante removível
  - Proposta: Excluir.
  - Justificativa: O item já foi abordado na seção específica sobre o compressor.
- As mangueiras flexíveis utilizadas no nebulizador para a condução da formulação e fluido de limpeza devem ser em nylon (ref. Poliamida 12, Nylon 12, ou similar), não devendo se tornar quebradiças ou apresentar bolhas, após trabalho contínuo em condições severas. Devem apresentar características adequadas de resistência, pressão de ruptura, elasticidade, compatibilidade química, flexibilidade (menor raio de curvatura). Não devem ser afetadas pelas formulações inseticidas, possuindo elevada resistência à fadiga de flexão e podendo ser usadas sob vibrações;
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Imersão de pedaços das mangueiras em seus fluidos de trabalho por 24 horas a uma temperatura de 20° a 30°C.
- Os condutores elétricos devem ser em fios de cobre eletrolítico, têmpera mole, dispondo (conforme necessário) de isolamento separador em fita não higroscópica de poliéster aplicada em hélice com 100% de cobertura. Devem apresentar isolação em composto termofixo para 200° C e 750 V;
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Inspeção visual
- Inclusão.
  - Proposta: O nível de ruído sob condições de operação não deve ser maior que 100 decibéis. Quando exceder 85 decibéis, deve ser devidamente indicado e protetores auriculares devem ser fornecidos com o equipamento.
  - Justificativa: Item incluído tendo por base a norma da World Health Organization (WHO).
  - Método de verificação: Ensaio do nebulizador.

## 5.2.10 GARANTIA E ASSISTÊNCIA TÉCNICA

- Deve ser assegurada garantia de um ano contra defeitos de fabricação ou manifestação de problemas que violem as especificações apresentadas acima
  - Proposta: Manter.

- Método de verificação: Inspeção visual da garantia.
- Deve ser disponibilizada assistência técnica e peças de reposição no Estado de aplicação do nebulizador
  - Proposta: Manter.
  - Método de verificação: Inspeção visual da garantia.

## 6. CONCLUSÃO E PROPOSTAS FUTURAS

*Este capítulo apresenta as conclusões desse trabalho e as propostas para trabalhos futuros.*

Esse trabalho apresenta como produtos a elaboração de uma metodologia de testes de desempenho, as especificações técnicas mínimas para os nebulizadores UBV tanto do modelo costal como também do modelo pesado e os métodos de verificação dos requisitos propostos.

A elaboração desses documentos foi resultado de um estudo teórico feito pela análise de trabalhos precedentes e de diretrizes mais atuais da OMS. Os ensaios de nebulizadores, embora importantes para a validação da metodologia de testes, não foram viabilizados devido a dificuldade obtida na aquisição de recursos financeiros necessários.

Com a dificuldade no aporte destes recursos, sugere-se que trabalhos futuros sigam as diretrizes deste trabalho e venham não somente a validar as metodologias aqui propostas, mas também aprimorá-las, sendo capazes de tornar cada vez mais eficazes os métodos de avaliação de desempenho dos nebulizadores UBV e, consequentemente, o combate a dengue no Brasil.

Seria ainda de grande valia a verificação da viabilidade do modelo simplificador de vazão de formulação inseticida substituída por água proposto, pois seria representativa a vantagem de evitar o contato constante e direto do operador com o inseticida e evitar locais especiais para a realização dos ensaio.

A título de comparação e análise custo/benefício na aquisição dos nebulizadores de diferentes fabricantes, foi desenvolvida uma base teórica com vistas a possibilitar a determinação da eficiência energética de cada equipamento. A verificação deste parâmetro se embasou no ponto de funcionamento do nebulizador que gerou o espectro de gotas ideal no combate ao mosquito da dengue.

Após os ensaios dos equipamentos, a produção de um laudo poderá sugerir aos fabricantes modificações nos projetos de seus nebulizadores de modo que sejam atendidos os requisitos mínimos inerentes a cada equipamento. Tal laudo ainda poderá dar suporte ao cliente interessado na aquisição de nebulizadores no sentido de verificar a idoneidade dos dados constantes dos manuais técnicos fornecidos pelos fabricantes por meio da comparação com os resultados dos testes.



## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cria saúde, disponível em: <<http://www.criasaude.com.br/N3601/dengue/estatisticas-dengue.html>>. Acesso em: 02 de maio de 2011.

Cunha, S. P. Ensaio de campo com o equipamento termonebulizador: MOTOFOG – Centro de Estudos e Pesquisa em Antropozoonoses, Rio de Janeiro, 2009.

DA COSTA, M. A. F. **Avaliação de desempenho operacional de um pulverizador pneumático costal motorizado utilizado no controle de mosquitos vetores de doenças**. Dissertação (Mestrado em Agronomia), 99 pp. – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, São Paulo. Piracicaba: 2002.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). **Dengue – Instrução para o pessoal de combate ao vetor: Manual de normas técnicas** – 3 ed., Ministério da Saúde, Brasília: 2001. p. 1-9.

Rio contra a dengue, disponível em: <<http://www.riocontradengue.rj.gov.br/conteudo/destaque.asp?EditeCodigoDaPagina=411>>. Acesso em: 20 de abril de 2011.

Sciani, D. C. **Caracterização Tecnológica de Nebulizadores UBV**. Universidade de Brasília, 2005.

Valle, D. **Aedes aegypti: inseticidas, mecanismos de ação e resistência** - Fundação Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro: 2007.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **Engineering aspects of vector control operation: first report of WHO Expert Committee on Vector Biology and Control**, Technical Report Series 603, Genebra: 1977.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **Equipament for vector control**, 3 ed., Genebra: 1990, p. 1- 74.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **Equipment for vector control: specification guidelines**, 2006.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **Pesticides and their application for the control of vectors and pests of public health importance**, 6 ed., 2006.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **Space spray application of insecticide for vector and public health pest control: A practioner's guide**, Genebra: 2003, p. 7-35.

Moreira, L. **Medição de Temperatura Usando-se Termopares** – Cerâmica Industrial, 2002

# ANEXOS

		Pág.
Anexo I	PROPOSTA DE ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA – EQUIPAMENTO COSTAL	73
Anexo II	PROPOSTA DE ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA – EQUIPAMENTO PESADO	82

## ANEXO I: PROPOSTA DE ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA – EQUIPAMENTO COSTAL

	DEZ 2011	SVS 004
<b>Especificações Técnicas Mínimas de Referência para Equipamentos Costais de Nebulização UBV</b>		
Secretaria de Vigilância em Saúde Coordenação Geral do Programa Nacional de Controle da Dengue SHS, Quadra 6, Conjunto A, Bloco C Complexo Brasil XXI, Edifício Business Center Tower, Salas 204 A e 208 70 322-915, Brasília, DF		
Palavras-chave: Nebulizador, UBV,		9 páginas

### Sumário

<b>Prefácio.....</b>	<b>2</b>
<b>0 Introdução .....</b>	<b>2</b>
<b>1. Escopo e Campo de Aplicação .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Referencias Normativas.....</b>	<b>3</b>
<b>3. Termos e Definições Básicos.....</b>	<b>3</b>
<b>4. Construção Básica.....</b>	<b>4</b>
4.1 Partes Essenciais do Nebulizador UBV Costal.....	4
4.2 Estrutura de Suporte.....	4
4.3 Tanque de combustível.....	4
4.4 Tanque de formulação .....	4
4.5 Motor de combustão .....	4
4.6 Compressor (turbina) .....	4
4.7 Lança de Pulverização .....	4
4.8 Bocal Pulverizador (bico) .....	4
<b>5. Especificações Técnicas Mínimas de Referência .....</b>	<b>5</b>
5.1 Apresentação na recepção .....	5
5.2 Estrutura de Suporte.....	5
5.3 Tanque de Combustível.....	5
5.4 Tanque de Formulação Inseticida .....	6
5.5 Motor de Combustão.....	6
5.6 Compressor(Turbina).....	7
5.7 Lança de Pulverização.....	7
5.8 Bocal Nebulizador (Bico).....	7
5.9 Partes acessórias .....	8
<b>6. Garantia e Assistência Técnica .....</b>	<b>8</b>
<b>Bibliografia e Referencias .....</b>	<b>8</b>

## Prefácio

Esta versão do documento Especificações Técnicas Mínimas para Equipamentos Costais de Nebulização UBV substitui a versão SVS/002 de JULHO/2006.

## 0 Introdução

Embora diferentes trabalhos de natureza técnico-científicos tenham sido produzidos em torno da aplicação de nebulizadores, a literatura disponível, contudo, não apresenta estudos específicos para especificações técnicas mínimas adequadas a uma operação eficiente desses equipamentos no combate a vetores, associada à longa vida útil dos equipamentos e baixo custo de manutenção.

Em 1977, a WHO, esquematizou um procedimento de teste padrão, permitindo que diferentes tipos de aspersores de pesticidas, para diferentes aplicações, sigam uma avaliação semelhante com o objetivo de definir se o aplicador de pesticida é adequado para uma dada operação de controle de vetores. Nessa avaliação, comenta-se, entre outros aspectos, a necessidade de considerar o desempenho do equipamento, seu custo, simplicidade do projeto, operação e manutenção.

Tendo em vista a existência de diversos modelos e fabricantes de nebulizadores, a definição de um padrão técnico mínimo é necessária na aquisição de equipamentos que atendam a exigência de um programa eficiente de controle do *Aedes aegypti* e outros vetores.

Em 1989 a WHO, apresentou as especificações dos componentes de controle de vetores, abordando o tema de forma normativa para cada parte de um nebulizador. Os componentes de um nebulizador passaram então a ser descritos de acordo com suas necessidades de operação, evidenciando-se a necessidade de abordagens distintas para o projeto de cada componente de um nebulizador.

A WHO, reuniu em um compêndio, em 1990, o conhecimento disponível sobre equipamentos para controle de vetores, onde foi incluída uma exposição sobre o princípio de controle de vetores por produtos químicos. O desenvolvimento de novos nebulizadores e seus componentes foi ainda devidamente abordado no texto.

No compêndio sobre equipamentos para controle de vetores da OMS (1990), estão descritos os métodos de nebulização com aplicações térmicas e frias. Na aspersão fria (de interesse específico no presente texto), são utilizados bocais de alta pressão para a quebra da mistura ar-inseticida, formando a nuvem de gotas sem seu aquecimento. O uso dessa técnica permite manter mínimo o volume do spray, gerando a aplicação em ultra-baixo-volume (UBV).

Devido ao desgaste dos componentes, muitos em contato com produtos corrosivos, a durabilidade dos equipamentos depende da disponibilidade das peças de reposição, implicando em uma logística de aquisição de equipamentos e suas peças. Os testes de nebulizadores podem ser feitos a partir, da medição dos parâmetros principais de entrada e saída dos componentes do sistema de nebulização.

## 1. Escopo e Campo de Aplicação

O presente documento tem por objetivo essencial estabelecer especificações técnicas mínimas de referência para equipamentos nebulizadores UBV (Ultra Baixo Volume) do tipo costal, tendo em vista sua adoção em processos licitatórios da SVS/MS para a aquisição desses equipamentos nebulizadores.

## 2. Referencias Normativas

As referencias normativas listadas abaixo deverão ser observadas para especificações técnicas de aspectos não contemplados no presente texto.

- WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **Especificação for equipment for vector control: Specification**, WHO/VBC/89.970, Genebra: 1989, p. 101-218.

- WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **Engineering aspects of vector control operation: first report of WHO Expert Committee on vector biology and control**, Technical Report series No. 603, Genebra: 1977.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO World Health Organization – WHO. **Equipment for vector control**, 3 ed., Genebra: 1990, p. 1-74.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **Space spray application of insecticide for vector and public health pest control: A practitioner's guide**, Genebra: 2003, p. 7-35.

Devem ainda ser atendidas as exigências normativas aplicáveis editadas pelas seguintes instituições:

- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- ANSI, "American National Standards Institute";
- ASHRAE, "American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers";
- ASME, "American Society of Mechanical Engineers";
- ASTM, "American Society for Testing and Materials";
- SAE, "Society of Automotive Engineers"

### 3. Termos e Definições Básicos

Para os efeitos deste documento de padronização de especificações técnicas de equipamentos nebulizadores pesados UBV, aplicam-se as seguintes definições:

**3.1 Nebulizador:** Equipamento empregado para a produção e lançamento na atmosfera de névoa formada por gotículas líquidas finamente distribuídas.

**3.2 UBV:** Sigla representativa do termo "Ultra Baixo Volume" caracterizando equipamentos nebulizadores capazes de originar névoa de gotículas líquidas com duas condições básicas: (i) aplicação de uma pequena quantidade de inseticida, da ordem de 0,000468 litros/m<sup>2</sup> (ou 0,5 galão por acre) e, (ii) Gotas dentro de uma faixa de tamanhos, onde 80% não devem ter diâmetros superiores a 30 micras, ou seja, uma mediana dos diâmetros inferior a 20 micras.

**3.3 Costal:** Empregado em conjunção com o termo nebulizador, define equipamentos de menor porte, transportados nas costas do operador quando de aplicações em locais de difícil acesso.

### 4. Construção Básica

#### 4.1 Partes Essenciais do Nebulizador UBV Costal

A Fig. 1 ilustra esquematicamente as partes essenciais principais que devem compor o nebulizador UBV costal para uso em ações de combate a vetores pelo MS/SVS. São elas,

1. Estrutura de suporte;
2. Tanque de combustível;
3. Tanque de formulação inseticida;
4. Motor de combustão;
5. Compressor (turbina);
6. Lança de pulverização;
7. Bocal pulverizador (bico);

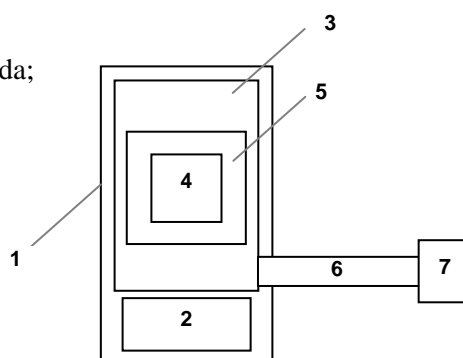


Figura 1. Composição esquemática das partes principais de um nebulizador UBV costal.

#### **4.2 Estrutura de Suporte**

Estrutura metálica sobre a qual são montados todos os elementos do nebulizador, permitindo o transporte do mesmo montado as costas do operador por alças ajustáveis.

#### **4.3 Tanque de combustível**

Recipiente destinado ao armazenamento do fluido combustível necessário a alimentação do motor de combustão de acionamento do compressor.

#### **4.4 Tanque de formulação**

Recipiente destinado ao armazenamento da formulação inseticida a ser aplicada em ações de combate a vetores.

#### **4.5 Motor de combustão**

Elemento essencial necessário ao acionamento mecânico do compressor (turbina) para fornecimento da corrente de ar necessária a produção da névoa inseticida.

#### **4.6 Compressor (turbina)**

Máquina de fluxo responsável pelo estabelecimento da vazão de ar comprimido, necessária a formação da névoa inseticida.

#### **4.7 Lança de Pulverização**

Elemento semi-flexível montado na descarga do compressor que sustenta o bocal pulverizador e permite direcionar manualmente a névoa inseticida na atmosfera.

#### **4.8 Bocal Pulverizador (bico)**

Elemento responsável pela formação da névoa inseticida a partir do fornecimento de ar comprimido e da formulação inseticida.

### **5. Especificações Técnicas Mínimas de Referência**

#### **5.1 Apresentação na recepção**

5.1.1 As partes do nebulizador devem se apresentar montadas entre si na mesma disposição requerida para a operação de nebulização, observando posição que propicie a ventilação ao motor;

5.1.2. Todas as partes do nebulizador que possam se movimentar durante o transporte devem ser mantidas fixas por elementos de fixação facilmente removíveis quando da desembalagem;

5.1.3. As partes mais frágeis do nebulizador que possam sofrer danos durante o transporte devem ser devidamente protegidas por espuma, plástico bolha, etc.;

5.1.4. No interior da caixa, um envelope plástico lacrado, deve apresentar manuais técnicos em português do equipamento com seções específicas sobre o motor, compressor e bomba de formulação, contendo informações sobre operação, manutenção e lubrificação, além de orientações sobre defeitos, possíveis causas e suas soluções. Deverá conter ainda no manual vista explodida dos componentes citados acima, relação dos componentes constituintes com suas respectivas especificações (sobretudo material constituinte de toda tubulação e tanque) e rede de assistência técnica em cada estado da federação, com CNPJ, endereço, e-mail, telefone e pessoa para contato.

\*Caso o fornecedor não possua representação em algum estado, deverá haver declaração expressa de que as eventuais despesas de retirada, conserto e entrega no local de origem, correrão por conta

do mesmo, sem nenhum ônus para o Ministério da Saúde; declaração de que as peças de reposição estarão disponíveis na rede de assistência técnica;

## **5.2 Estrutura de Suporte**

5.2.1. Deve ser confeccionada em aço carbono com propriedades mecânicas e dimensões adequadas a sustentação do conjunto nebulizador, possuindo, em sua face de contato com as costas do operador almofada moldável propiciando conforto ao operador e atenuando vibrações;

5.2.2. Deve apresentar correias almofadadas de sustentação em material resistente ao desgaste por atrito, solidamente fixadas a estrutura de suporte, com fivelas reguláveis;

5.2.3 Deve ser usado um sistema de amortecimentos de vibrações adequado para isolar a estrutura de suporte do conjunto motor-compressor-tanques;

5.2.4. Apresentará tratamento superficial anti-corrosivo adequado a proteção e durabilidade prolongadas da estrutura;

5.2.5. Deve apresentar pintura de acabamento resistente ao desgaste mecânico, sobre o tratamento anti-corrosivo;

5.2.6. O equipamento completamente abastecido em combustível e formulação não deverá pesar mais do que 25 kg;

5.2.7. Deve ter identificações de fácil localização referentes ao nome e contato do fabricante, tipo de máquina, data de fabricação ou número de série, o tipo de combustível utilizado. As identificações não podem ser obscurecidas ou ficarem ilegíveis pela exposição às formulações de pesticidas;

5.2.8. A largura da alça deve ser suficiente para evitar desconforto quando posicionado no ombro do operador e deve ter ao menos 50 mm  $\pm$  5 mm. A alça deve ter comprimento ajustável para pelo menos 75 cm no tamanho;

## **5.3 Tanque de Combustível**

5.3.1. O tanque de combustível deve ser adequadamente fixado ao chassi, abaixo do motor, permitindo porém sua desmontagem em caso de necessidade;

5.3.2. Confeccionado em plástico ou outro material compatível com o uso de álcool e/ou gasolina. Caso o material seja plástico, deve ter espessura de parede mínima de 3 mm e ser resistente aos raios solares (anti-UV);

5.3.3. O material utilizado de fabricação não deve tornar-se rígido, frágil ou flexível;

5.3.4. A capacidade e o consumo por tempo de operação do motor devem ser declarados e devem ser suficientes para não menos do que 1 (uma) hora de operação contínua sem recarga na mínima taxa de fluxo recomendada. O tipo de combustível deve ser claramente indicado na capa do acessório;

5.3.5. A tampa de fechamento do bocal de abastecimento do tanque deve ser rosqueável, em material plástico compatível (resistente ao solvente utilizado), com fechamento estanque por elemento de vedação;

5.3.6. O tanque ou sua tampa de fechamento deve possuir suspiro para compensação da pressão interna do mesmo durante seu esvaziamento

#### **5.4 Tanque de Formulação Inseticida**

5.4.1. O tanque de formulação deve ser adequadamente fixado ao chassi por meio de um sistema de amortecimento adequado;

5.4.2. Deve ser confeccionado em material plástico translúcido (para visualização do nível de formulação), compatível com o uso de formulações inseticidas, apresentando espessura de parede mínima de 3 mm, sem apresentar rebarbas, cantos vivos, ou imperfeições de conformação que acarretem concentrações de tensões;

5.4.3. O material utilizado de fabricação não deve tornar-se rígido, frágil ou flexível;

5.4.4. A capacidade e o consumo por tempo de operação do motor devem ser declarados e devem ser suficientes para não menos do que 1 (uma) hora de operação contínua sem recarga na mínima taxa de fluxo recomendada. O tipo de combustível deve ser claramente indicado na capa do acessório

5.4.5. O tanque ou sua tampa de fechamento deve possuir suspiro para compensação da pressão interna do mesmo durante seu esvaziamento;

5.4.6. A tampa de fechamento do bocal de abastecimento do tanque deve ser rosqueável, em material plástico compatível (resistente ao solvente utilizado), com fechamento estanque por elemento de vedação;

5.4.7. O tanque ou sua tampa de fechamento deve possuir suspiro para compensação da pressão interna do mesmo durante seu esvaziamento;

#### **5.5 Motor de Combustão**

5.5.1. Deve ser de 2 tempos, a gasolina, refrigerado a ar, com potência de 1 a 4 HP, partida por cordão retrátil;

5.5.2. O filtro de ar do motor deve ser facilmente acessível, permitindo eventuais trocas ou limpeza, além de capacidade de retenção de partículas acima de 100 µm de diâmetro;

5.5.3. A extremidade externa do virabrequim deve estar unida à turbina por acoplamento apropriado, dispondo de elasticidade suficiente para compensação de desalinhamentos e o amortecimento de vibrações e esforços de partida;

5.5.4. O motor deve estar devidamente acoplado e alinhado a turbina para pronto uso, dentro das tolerâncias de desalinhamento do acoplamento;

5.5.5. O sistema de alimentação deve ser equipado de filtro de combustível em linha, facilmente removível e compatível com o combustível empregado;

5.5.6. As mangueiras flexíveis do sistema de alimentação devem ser compatíveis com o combustível empregado, possuindo em suas extremidades abraçadeiras metálicas ajustáveis e removíveis;

5.5.7. Deve possuir placa de identificação de fácil leitura, fixada em local visível, contendo no mínimo as seguintes informações: fabricante, modelo, número de série, ano e características técnicas básicas de desempenho e operação;

5.5.8. Os controles de partida, aceleração e desligamento devem estar instalados em local seguro e de fácil acesso ao operador.

5.5.9. As superfícies quentes do motor devem possuir carenagem de proteção fabricadas em material resistente a altas temperaturas e capazes de manter suas propriedades mecânicas após longos períodos de utilização.

#### **5.6 Compressor**

5.6.1. Deve ser do tipo centrífugo, com características de desempenho compatíveis com a faixa de operação do motor;



- 5.6.2. O deslocamento volumétrica deve alcançar até 450 m<sup>3</sup>/h;
- 5.6.3. A estanqueidade quanto a vazamentos de ar deve ser garantida em todas as partes do compressor pelo uso de juntas, retentores e outros elementos de vedação adequados;
- 5.6.4. Deve possuir placa de identificação de fácil leitura, fixada em local visível, contendo no mínimo as seguintes informações: fabricante, modelo, número de série, ano e características técnicas básicas de desempenho e operação;
- 5.6.5. A admissão do compressor deve ser equipada de filtro de ar com elemento filtrante removível de capacidade de retenção de partículas acima de 100 µm de diâmetro;

#### **5.7 Lança de Pulverização**

- 5.7.1. Deve ser confeccionada em material plástico adequado (polietileno aditivado contra raios solares, ou similar);
- 5.7.2. A lança deve possuir, em sua articulação com a descarga do compressor, uma articulação flexível em borracha sanfonada, permitindo total liberdade de manuseio para o ajuste do ângulo de emissão do jato. Abraçadeiras metálicas ajustáveis, em material resistente a corrosão devem ser usadas na montagem da articulação flexível;
- 5.7.3. Deve possuir elemento de drenagem para remoção da formulação eventualmente acumulada em seu interior;
- 5.7.4. Deve possuir no máximo 2 (duas) curvas e um comprimento mínimo de 500 mm.

#### **5.8 Bocal Nebulizador (Bico)**

- 5.8.1. Deve ajuste ou troca do bocal para facilitar a quebra e distribuição das gotículas aspergidas;
- 5.8.2. Deve dispor, na linha de fornecimento da formulação ao bico, de válvula para interrupção do fluxo com 45° entre abertura e fechamento total;
- 5.8.3. A montante do bico pulverizador, a linha de fornecimento da formulação deve dispor de elemento filtrante, removível manualmente, capaz de reter partículas com até 30 µm;
- 5.8.4. As partes do bocal nebulizador devem ser desmontáveis em caso de reparo eventual ou troca de bico, sendo confeccionadas em materiais adequados e resistentes a corrosão e erosão tais como aço inoxidável, latão e nylon;
- 5.8.5. A névoa produzida pelo bocal deve ser caracterizada por um espectro de gotas com um diâmetro de volume médio (DMV) menor que 50 µm para 80 % das gotas, para uma vazão de formulação entre 50 e 500 ml/min, de acordo com a modalidade de aplicação (UBV ou residual);
- 5.8.6. O jato de spray deve ser capaz de atingir alcance horizontal de 15 m e alcance vertical de 12 metros.

#### **5.9 Partes acessórias**

- 5.9.1. O nebulizador deve ser equipado de filtro de solução tipo cartucho removível, posicionado em local de fácil acesso entre a saída da unidade de bombeamento de formulação e o bocal (nozzle);
- 5.9.2. As mangueiras flexíveis utilizadas no nebulizador para a condução da formulação e fluido de limpeza devem ser em nylon (ref. Poliamida 12, Nylon 12, ou similar), não devendo se tornar quebradiças ou apresentar bolhas, após trabalho contínuo em condições severas. Devem apresentar características adequadas de resistência, pressão de ruptura, elasticidade, compatibilidade química, flexibilidade (menor raio de curvatura). Não devem ser afetadas pelas formulações inseticidas, possuindo elevada resistência à fadiga de flexão e podendo ser usadas sob vibrações;
- 5.9.3. Os condutores elétricos devem ser em fios de cobre eletrolítico, têmpera mole, dispondo (conforme necessário) de isolamento separador em fita não higroscópica de poliéster aplicada em hélice com 100% de cobertura. Devem apresentar isolamento em composto termofixo para 200° C e 750 V;

5.9.4. O nível de ruído sob condições de operação não deve ser maior que 100 decibéis. Quando exceder 85 decibéis, deve ser devidamente indicado e protetores auriculares devem ser fornecidos com o equipamento.

## 6. Garantia e Assistência Técnica

6.1. Deve ser assegurada garantia de um ano contra-defeitos de fabricação ou manifestação de problemas que violem as especificações apresentadas acima;

6.2. Deve ser disponibilizada assistência técnica e peças de reposição no Estado de aplicação do nebulizador.

## Bibliografia e Referencias

CENTRO DE VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA – SP (CVE – SP FUNASA). Disponível em: <[http://www.sucen.sp.gov.br/base\\_dados/texto\\_tab\\_dengue\\_sp.htm](http://www.sucen.sp.gov.br/base_dados/texto_tab_dengue_sp.htm)>. Acesso em: 4 abril 2005.

DA COSTA, M. A. F. **Avaliação de desempenho operacional de um pulverizador pneumático costal motorizado utilizado no controle de mosquitos vetores de doenças**. Dissertação (Mestrado em Agronomia), 99 pp. – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, São Paulo. Piracicaba: 2002.

CLARK ENGINEERING TECHNOLOGIES INC. **Instruction manual and parts list – Model 1800 E ULV Fog Generator**. Roselle, IL USA, p. 01-54.

FLUID METERING INC. **Catálogo – Dispersers and metering pumps**. Disponível em: <<http://www.fluidmetering.co.uk>>. Acesso em: 4 de junho 2005.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). **Dengue – Instrução para o pessoal de combate ao vetor: Manual de normas técnicas** – 3 ed., Ministério da Saúde, Brasília: 2001, p. 1-9

MARZOCHI KEYLA B. F., **Dengue endêmico: os desafios das estratégias de vigilância**, Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical 37 (5), set – out 2004. p. 413-415

REICHMENN, M. L., SANDOVALI, M. R., FORMAGGIA, D. M., *et al.*, **Orientação para controle de projeto de centro de controle de zoonoses (CCZ)** – 2 ed. , Instituto Pasteur, p. – 2 ,São Paulo, (2000).

SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE Brasília, DF. Disponível em: <[http://dtr2001.saude.gov.br/svs/epi/dengue/boletim/pdfs/be\\_dengue\\_04\\_2005.pdf](http://dtr2001.saude.gov.br/svs/epi/dengue/boletim/pdfs/be_dengue_04_2005.pdf)>. Acesso em: 5 abril 2005.

SUPERINTENDÊNCIA DE CONTROLE DE ENDEMIAS – SÃO PAULO (SP – SUCEN). Disponível em: <<http://www.sucen.sp.gov.br/doencas/index.htm>>. Acesso em: 4 abril 2005.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **Especificação for equipment for vector control: Specification**, WHO/VBC/89.970, Genebra: 1989, p. 101-218.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **Engineering aspects of vector control operation: first report of WHO Expert Committee on vector biology and control**, Technical Report series No. 603, Genebra: 1977.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO World Health Organization – WHO. **Equipment for vector control**, 3 ed., Genebra: 1990, p. 1-74.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **Space spray application of insecticide for vector and public health pest control: A practitioner's guide**, Genebra: 2003, p. 7-35.

Pineda, J. M., **Aplicações Espaciais (UBV) Tecnologia de Aplicação**, Tradução do original por Eng.º Agr.º Paulo C. Silva, Fundação Nacional de Saúde, Assessoria de Descentralização e Controle de Doenças

## ANEXO II: PROPOSTA DE ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA – EQUIPAMENTO PESADO

	DEZ 2011	SVS 003
<b>Especificações Técnicas Mínimas para Equipamentos Pesados de Nebulização UBV</b>		
Secretaria de Vigilância em Saúde Setor de Autarquias Sul, Lote 04 Bloco N sala 718 70 070-040, Brasília, DF Tel/Fax 55 61 2250350, 55 61 3146290		
Palavras-chave: Nebulizador, UBV,		9 páginas

### Sumário

<b>Sumário .....</b>	<b>1</b>
<b>Prefácio .....</b>	<b>2</b>
<b>0 Introdução .....</b>	<b>2</b>
<b>1. Escopo e Campo de Aplicação .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Referencias Normativas .....</b>	<b>3</b>
<b>3. Termos e Definições Básicos .....</b>	<b>3</b>
3.1 Nebulizador: .....	3
3.2 UBV: .....	3
3.3 Pesado: .....	3
<b>4. Construção Básica .....</b>	<b>3</b>
4.1 Partes Essenciais do Nebulizador UBV Pesado .....	3
4.2 Chassi Estrutural .....	4
4.3 Tanque de combustível .....	4
4.4 Tanque de formulação .....	4
4.5 Motor de combustão .....	4
4.6 Compressor (blower) .....	4
4.7 Tanque de limpeza .....	4
4.8 Sistema de bombeamento da formulação .....	4
4.9 Lança de Pulverização .....	4
4.10 Bocal Pulverizador (nozzle) .....	5
4.11 Comando Remoto .....	5
<b>5. Especificações Técnicas Mínimas .....</b>	<b>5</b>
5.1 Apresentação na recepção .....	5
5.2 Chassis Estrutural .....	5
5.3 Tanque de Combustível .....	6
5.4 Tanque de Formulação Inseticida .....	6
5.5 Motor de Combustão .....	6
5.7 Compressor (Blower) .....	6
5.8 Tanque de limpeza (Flush tank) .....	7
5.9 Sistema de bombeamento da formulação .....	7
5.10 Lança de pulverização .....	7
5.11 Bocal nebulizador (Nozzle) .....	8
5.12 Comando remoto .....	8
5.13 Partes acessórias .....	8
<b>Bibliografia e Referencias .....</b>	<b>8</b>

## **Prefácio**

Esta versão do documento Especificações Técnicas Mínimas para Equipamentos Pesados de Nebulização UBV substitui a versão SVS/001 de AGO/2005.

## **0 Introdução**

Embora diferentes trabalhos de natureza técnico-científicos tenham sido produzidos em torno da aplicação de nebulizadores, a literatura disponível, contudo, não apresenta estudos específicos para especificações técnicas mínimas adequadas a uma operação eficiente desses equipamentos no combate a vetores, associada a longa vida útil dos equipamentos e baixo custo de manutenção.

Em 1977, a WHO, esquematizou um procedimento de teste padrão, permitindo que diferentes tipos de aspersores de pesticidas, para diferentes aplicações, sigam uma avaliação semelhante com o objetivo de definir se o aplicador de pesticida é adequado para uma dada operação de controle de vetores. Nessa avaliação, comenta-se, entre outros aspectos, a necessidade de considerar o desempenho do equipamento, seu custo, simplicidade do projeto, operação e manutenção.

Tendo em vista a existência de diversos modelos e fabricantes de nebulizadores, a definição de um padrão técnico mínimo é necessária na aquisição de equipamentos que atendam a exigência de um programa eficiente de controle do *Aedes aegypti* e outros vetores.

Em 1989 a WHO, apresentou as especificações dos componentes de controle de vetores, abordando o tema de forma normativa para cada parte de um nebulizador. Os componentes de um nebulizador passaram então a ser descritos de acordo com suas necessidades de operação, evidenciando-se a necessidade de abordagens distintas para o projeto de cada componente de um nebulizador.

A WHO, reuniu em um compêndio, em 1990, o conhecimento disponível sobre equipamentos para controle de vetores, onde foi incluída uma exposição sobre o princípio de controle de vetores por produtos químicos. O desenvolvimento de novos nebulizadores e seus componentes foi ainda devidamente abordado no texto.

No compêndio sobre equipamentos para controle de vetores da OMS (1990), estão descritos os métodos de nebulização com aplicações térmicas e frias. Na aspersão fria (de interesse específico no presente texto), são utilizados bocais de alta pressão para a quebra da mistura ar-inseticida, formando a nuvem de gotas sem seu aquecimento. O uso dessa técnica permite manter mínimo o volume do spray, gerando a aplicação em ultra-baixo-volume (UBV).

Com o objetivo de evitar a propagação da dengue, a eliminação de fêmeas adultas do vetor é fundamental o que pode ser realizado por nebulizadores do tipo UBV. A técnica é considerada ambientalmente segura e possui um espectro de gotas adequado para combater o inseto. Outras características favoráveis são a visibilidade mínima da nuvem formada, menor custo de aplicação, alto rendimento, etc..

Devido ao desgaste dos componentes, muitos em contato com produtos corrosivos, a durabilidade dos equipamentos depende da disponibilidade das peças de reposição, implicando em uma logística de aquisição de equipamentos e suas peças. Os testes de nebulizadores podem ser feitos a partir, da medição dos parâmetros principais de entrada e saída dos componentes do sistema de nebulização.

## **1. Escopo e Campo de Aplicação**

O presente documento tem por objetivo essencial estabelecer especificações técnicas mínimas para equipamentos nebulizadores UBV do tipo pesado, tendo em vista sua adoção em processos licitatórios do MS/SVS para a aquisição de equipamentos nebulizadores UBV.

### **2. Referencias Normativas**

As referencias normativas listadas abaixo deverão ser observadas para especificações técnicas de aspectos não contemplados no presente texto.

- WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **Especificação para equipamento para controle de vetores: Especificação**, WHO/VBC/89.970, Genebra: 1989, p. 101-218.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **Engineering aspects of vector control operation: first report of WHO Expert Committee on vector biology and control**, Technical Report series No. 603, Genebra: 1977.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO World Health Organization – WHO. **Equipamento para controle de vetores**, 3 ed., Genebra: 1990, p. 1-74.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **Space spray application of insecticide for vector and public health pest control: A practitioner's guide**, Genebra: 2003, p. 7-35.

### 3. Termos e Definições Básicos

Para os efeitos deste documento de padronização de especificações técnicas de equipamentos nebulizadores pesados UBV, aplicam-se as seguintes definições:

**3.1 Nebulizador:** Equipamento empregado para a produção e lançamento na atmosfera de névoa formada por gotículas líquidas finamente distribuídas.

**3.2 UBV:** Sigla representativa do termo “Ultra Baixo Volume” caracterizando equipamentos nebulizadores capazes de originar névoa de gotículas líquidas com duas condições básicas: (i) aplicação de uma pequena quantidade de inseticida, da ordem de 0,000468 litros/m<sup>2</sup> (ou 0,5 galão por acre) e, (ii) Gotas dentro de uma faixa de tamanhos, onde 80% não devem ter diâmetros superiores a 30 micras, ou seja, uma mediana dos diâmetros inferior a 20 micras.

**3.3 Pesado:** Empregado em conjunção com o termo nebulizador, define equipamentos de maior porte embarcados em veículos automotores.

### 4. Construção Básica

#### 4.1 Partes Essenciais do Nebulizador UBV Pesado

A Fig. 1 ilustra esquematicamente as partes essenciais principais que devem compor o nebulizador UBV pesado para uso em ações de combate a vetores pelo MS/SVS. São elas,

1. Chassis estrutural;
2. Tanque de combustível;
3. Tanque de formulação inseticida;
4. Motor de combustão;
5. Compressor (blower);
6. Tanque de limpeza;
7. Sistema de bombeamento de formulação: composto de bomba de formulação e acessórios é responsável pelo fornecimento do inseticida ao bico pulverizador;
8. Lança de pulverização;
9. Bocal pulverizador (nozzle);
10. Comando remoto.

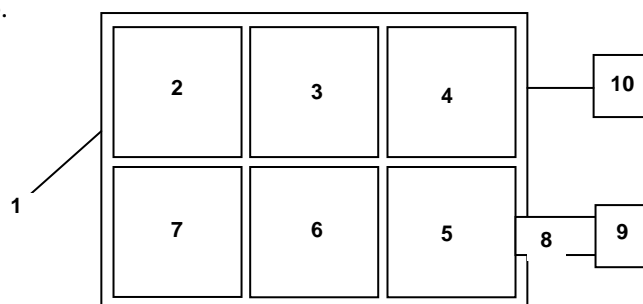


Figura 1. Composição esquemática das partes principais de um nebulizador UBV pesado.

#### **4.2 Chassi Estrutural**

Estrutura metálica sobre a qual são montados todos os elementos do nebulizador e que permite a fixação do mesmo na caçamba de veículo tipo camionete.

#### **4.3 Tanque de combustível**

Recipiente destinado ao armazenamento do fluido combustível necessário a alimentação do motor de combustão do nebulizador.

#### **4.4 Tanque de formulação**

Recipiente destinado ao armazenamento da formulação inseticida a ser aplicada em ações de combate a vetores.

#### **4.5 Motor de combustão**

Elemento essencial necessário ao acionamento mecânico do compressor (blower) para a produção da névoa inseticida.

#### **4.6 Compressor (blower)**

Máquina de fluxo responsável pelo estabelecimento da vazão de ar comprimido necessária a formação da névoa inseticida.

#### **4.7 Tanque de limpeza**

Pequeno reservatório contendo fluido de limpeza do sistema de aspersão de inseticida.

#### **4.8 Sistema de bombeamento da formulação**

Responsável pelo fornecimento da formulação inseticida ao bocal (nozzle), é composto de eletrobomba dosadora e acessórios tais como conexões, mangueiras e filtros

#### **4.9 Lança de Pulverização**

Elemento articulável montado na descarga do compressor que sustenta o bocal pulverizador e permite direcionar o lançamento da névoa inseticida na atmosfera.

#### **4.10 Bocal Pulverizador (nozzle)**

Elemento responsável pela formação da névoa inseticida a partir do fornecimento de ar comprimido e da formulação inseticida.

#### **4.11 Comando Remoto**

Dispositivo de acionamento remoto do nebulizador.

### **5. Especificações Técnicas Mínimas**

#### **5.1 Apresentação na recepção**

5.1.1. O equipamento fornecido deve, na sua recepção, encontrar-se montado sobre estrado de madeira do tipo “palet”, com construção e dimensões adequadas a sua movimentação por empilhadeiras e porta-palets;

5.1.2 As partes do nebulizador devem se apresentar montadas entre si na mesma disposição requerida para a operação de nebulização, observando-se a posição que melhor propicie ventilação ao motor;

5.1.3. O chassi do nebulizador deve estar fixado ao estrado em madeira através de 4 parafusos de cabeça sextavada com arruelas lisas e porca sextavada, utilizando a mesma furação do chassi para fixação na caçamba do veículo quando em operação;

5.1.4. Todas as partes do nebulizador que possam se movimentar durante o transporte devem ser mantidas fixas por elementos de fixação facilmente removíveis quando da desembalagem;

5.1.5. As partes mais frágeis do nebulizador que possam sofrer danos durante o transporte devem ser devidamente protegidas por espuma, plástico bolha, etc.;

5.1.6. O nebulizador fixado sobre o estrado em madeira, deve ser envolvido por caixa de papelão ou madeira, de dimensões adequadas, cujas faces externas devem conter informações básicas sobre fabricante, modelo, símbolos internacionais de cuidados quanto a umidade, empilhamento, posição, etc.;

5.1.7. No interior da caixa, um envelope plástico lacrado, deve apresentar manuais técnicos em português do equipamento com seções específicas sobre o motor, compressor e bomba de formulação, contendo informações sobre operação, manutenção e lubrificação, além de orientações sobre defeitos, possíveis causas e suas soluções. Deverá conter ainda no manual vista explodida dos componentes citados acima, relação dos componentes constituintes com suas respectivas especificações (sobretudo material constituinte de toda tubulação e tanque) e rede de assistência técnica em cada estado da federação, com CNPJ, endereço, e-mail, telefone e pessoa para contato. \*Caso o fornecedor não possua representação em algum estado, deverá haver declaração expressa de que as eventuais despesas de retirada, conserto e entrega no local de origem, correrão por conta do mesmo, sem nenhum ônus para o Ministério da Saúde; declaração de que as peças de reposição estarão disponíveis na rede de assistência técnica;

5.1.8. Os seguintes conjuntos (kit) de peças deverão ser entregues com os equipamentos: 2 (dois) kit de reposição com todas os componentes da linha de distribuição de formulação (mangueiras flexíveis, conexões, acoplamentos e anéis de vedação); 2 (dois) kit de reposição das peças de maior desgaste do sistema da bomba de formulação; 2 (duas) unidades do elemento de união entre o motor e o compressor; 1 (uma) régua metálica graduada (precisão de 0,5 litros), para conferência do volume de formulação utilizada, uma vez que as medidas estampadas no tanque não possuem tal precisão;

5.1.9. O equipamento sem combustível e sem formulação não deverá pesar mais do que 250 kg.

## **5.2 Chassis Estrutural**

5.2.1. Deve ser confeccionado em aço carbono com propriedades mecânicas adequadas a sustentação do conjunto nebulizador, possuindo ainda sistema de amortecimento de vibrações;

5.2.2. Apresentará tratamento superficial anti-corrosivo adequado a proteção e durabilidade da estrutura;

5.2.3. O chassis deve apresentar pintura de acabamento sobre o tratamento anti-corrosivo;

5.2.4. Na região da chapa que fará contato com o fundo da caçamba do veículo de transporte do nebulizador, deverão ser adequadamente dispostos um número mínimo de 4 (quatro) furos com diâmetro adequado a correta fixação do equipamento;

5.2.5. Deve ser fornecido com os parafusos de fixação à caçamba do veículo;

5.2.6. Pontos para fixação de cabos de aço devem existir na estrutura do conjunto nebulizador para permitir o transporte por elevação do mesmo;

## **5.3 Tanque de Combustível**

5.3.1. O tanque de combustível deve ser adequadamente fixado ao chassis, permitindo porem sua desmontagem em caso de necessidade;

5.3.2. Confeccionado em plástico ou outro material compatível com o uso de álcool e/ou gasolina. Caso o material seja plástico, deve ter espessura de parede mínima de 3 mm e ser resistente aos raios solares (anti-UV);

5.3.3. A capacidade e o consumo por tempo de operação do motor devem ser declarados e devem ser suficientes para não menos do que 2 (duas) horas de operação continua sem recarga na mínima taxa de fluxo recomendada. O tipo de combustível deve ser claramente indicado na capa do acessório;

5.3.4. O tanque deve possuir indicação visual de nível de combustível integrada que permita observar facilmente a condição de enchimento do mesmo;



5.3.5. A tampa de fechamento do tanque de combustível deve ser rosqueável, em material plástico adequado (resistente ao combustível utilizado) , com fechamento estanque por elemento de vedação;

5.3.6 O tanque ou sua tampa de fechamento deve possuir suspiro para compensação da pressão interna do mesmo durante seu esvaziamento;

5.3.7 Deve conter em seu corpo a identificação permanente: Combustível;

#### **5.4 Tanque de Formulação Inseticida**

5.4.1. O tanque de formulação deve ser adequadamente fixado ao chassi, permitindo porém sua remoção em caso de necessidade. Também deve possuir um dreno capaz de esvaziá-lo sem removê-lo;

5.4.2. Deve ser confeccionado em material plástico compatível com o uso de formulações inseticidas, não absorvente, apresentar espessura de parede mínima de 3 mm e ser resistentes aos raios solares (anti-UV);

5.4.3. A capacidade de armazenamento do tanque deve ser de no mínimo 50 litros;

5.4.4. Pode possuir indicação visual de nível de formulação integrada que permita observar facilmente a condição de enchimento. Caso não seja translúcido e graduado, deve existir um dispositivo de medição do volume do líquido no tanque;

5.4.5. A tampa de fechamento do bocal de abastecimento do tanque deve ser rosqueável, em material plástico compatível, com fechamento estanque por elemento de vedação;

5.4.6. O tanque ou sua tampa de fechamento deve possuir suspiro para compensação da pressão interna do mesmo durante seu esvaziamento;

5.4.7. O acessório de abertura deve estar na parte de cima do tanque e seu tamanho deve ser declarado, não devendo ser menor do que 40 mm de diâmetro. Quando menor do que 90 mm, um funil deve ser fornecido para facilitar o enchimento sem derrame;

5.4.8. Deve conter em seu corpo a identificação permanente: Inseticida;

#### **5.5 Motor de Combustão**

5.5.1. Deve ser 4 tempos, a álcool e/ou gasolina e potência nominal entre 5 a 20 HP;

5.5.2. O sistema elétrico do motor deve ser baseado em baterias de no mínimo 12 Volts/20 amp, fornecida com o equipamento;

5.5.3. O filtro de óleo deve ser a cartucho rosqueável externo, facilmente removível;

5.5.4. O filtro de ar do motor deve ser facilmente acessível, permitindo eventuais trocas ou limpeza, além de capacidade de retenção de partículas acima de 100 µm de diâmetro;

5.5.5. A extremidade externa do virabrequim deve conter capa de proteção e estar acoplada ao compressor por acoplamento apropriado, dispondo de elementos elásticos capazes de assegurar compensação de alinhamento e amortecimento de vibrações e esforços de partida;

5.5.6. O motor deve estar montado sobre o chassi e possuir sistema de amortecimento apropriado a baixos níveis de vibração;

5.5.7. Deve possuir vareta para avaliação visual do nível de óleo no carter do motor;

5.5.8. O sistema de alimentação deve ser equipado de filtro de combustível em linha, facilmente removível e compatível com o combustível empregado;

5.5.9. As mangueiras flexíveis do sistema de alimentação devem ser compatíveis com o combustível empregado e montadas em suas extremidades por braçadeiras removíveis.

5.5.10. Deverá constar de horímetro digital;

5.5.11. Deve haver proteção adequada sobre o sistema de exaustão de gases do motor;

5.5.12. O nível de ruído sob condições de operação não deve ser maior que 100 decibéis. Quando exceder 85 decibéis, deve ser devidamente indicado e protetores auriculares devem ser fornecidos com o equipamento;

#### **5.7 Compressor (Blower)**

5.7.1. O compressor pode ser de qualquer tipo, ou seja, lóbulos, centrífugo etc, desde que atenda as condições de serviço adequadas;

5.7.2. A capacidade volumétrica padrão deve ser de no mínimo 12,35 m<sup>3</sup>/min (436 CFM);

5.7.3. O cárter do compressor deve possuir parafuso tipo plug para preenchimento e drenagem do óleo lubrificante, caso seja aplicável ao compressor empregado;

5.7.4. O cárter do compressor deve possuir parafuso tipo plug para preenchimento e drenagem do óleo lubrificante, caso seja aplicável ao compressor empregado;

5.7.5. A admissão do compressor deve ser equipada de filtro de ar com elemento filtrante removível de capacidade de retenção de partículas acima de 100 µm de diâmetro;

5.7.6. A mangueira de saída do compressor deverá conter uma válvula de alívio que abra sempre que a pressão do sistema alcance 50 KPa como forma de evitar sobrepressão. A mesma deve selar assim que a pressão for reduzida;

#### **5.8 Tanque de limpeza (Flush tank)**

5.8.1. Deve ser adequadamente fixado ao chassi, permitindo porem sua desmontagem caso necessário;

5.8.2. Deve ser confeccionado em material plástico translúcido, para verificação visual do enchimento e nível, com espessura mínima de 3 mm, ser resistente aos raios solares (anti-UV) e produtos de limpeza (tenso-ativos), detergentes, álcool etc.;

5.8.3. A capacidade de armazenamento do tanque deve ser de no mínimo 3 litros;

5.8.4. A tampa de fechamento do bocal de abastecimento do tanque deve ser rosqueável, em material plástico compatível (resistente ao solvente utilizado), com fechamento estanque por elemento de vedação;

5.8.5. O tanque ou sua tampa de fechamento deve possuir suspiro para compensação da pressão interna do mesmo durante seu esvaziamento;

5.8.6. Deve conter em seu corpo a identificação permanente: Limpeza;

#### **5.9 Sistema de bombeamento da formulação**

5.9.1. Deve ser montado no interior de caixa a prova d'água fixada ao chassi por parafusos acessíveis facilmente em caso de remoção e, com tampa de fácil abertura e furação em seu fundo para drenagem do formulação em caso de problema de vazamentos internos ;

5.9.2. A estanqueidade da caixa deve ser garantida por elemento de vedação substituível, entre a tampa e o corpo da caixa;

5.9.3. A caixa deve ser confeccionada em material plástico resistente com espessura de parede mínima de 3 mm;

5.9.4. A caixa estanque deve possuir tampa articulada sobre dobradiças, com abertura por fecho rápido;

5.9.5. A bomba de formulação deve ser de deslocamento positivo variável a pistão, com capacidade ajustável entre 30 e 532,26 ml/min (1-18 oz/min);

5.9.6. As vedações usadas na construção da bomba de formulação deve ser o Teflon e/ou o Ryton;

5.9.7. A linha de sucção da bomba de formulação deve ser equipada de cartucho filtro removível para retenção de partículas;

5.9.8. As mangueiras e conexões usadas no sistema de bombeamento devem ser confeccionadas em nylon, devendo as conexões permitir uma desmontagem facilitada em caso de manutenção;

5.9.9. A bomba de formulação deve permitir o escoamento de inseticida mesmo com o motor desligado para aferição de vazão; deve possuir chave de segurança que impeça seu acionamento acidental com o motor desligado;

#### **5.10 Lança de pulverização**

5.10.1. Deve ser confeccionada em tubos de aço carbono com diâmetro adequado, possuindo acabamento anti-corrosivo e pintura;

5.10.2. A lança deve possuir, em sua articulação com a descarga do compressor e o bico pulverizador, dois graus de liberdade para correto ajuste manual do ângulo de lançamento de jato de spray.

5.10.3. A fixação da lança em cada grau de liberdade deve ser efetuada por parafuso acionável manualmente;

5.10.4. A lança deverá conter, no máximo, 2(duas) curvas.

#### **5.11 Bocal nebulizador (Nozzle)**

5.11.1. Deve operar segundo o conceito do bocal gasoso tipo vórtice onde a formação de *spray* é realizada a partir da quebra do líquido aspergido pela corrente de ar pressurizado fornecida pelo compressor, resultando na formação da névoa fria.

5.11.2. As partes do bocal nebulizador devem ser confeccionadas em materiais adequados e resistentes a corrosão e erosão tais como aço inoxidável, latão e nylon;

5.11.3. A névoa produzida pelo bocal deve ser caracterizada por um espectro de gotas com um diâmetro de volume médio menor que 25 µm (90 % devem estar abaixo de 20 µm), para uma vazão de líquido na faixa de 0,6-6 m³/min, com pressão de alimentação do ar entre 15-35 kPa.

#### **5.12 Comando remoto**

5.12.1. Deve conter identificações permanentes dos acionamentos e possuir comandos para, no mínimo, desligar o nebulizador e ligar e desligar a bomba de formulação;

5.12.2. O cabo de comando deve possuir comprimento mínimo de 3 m, suficiente para operação na cabine do motorista;

5.12.3. Deve conter dispositivo para alerta do operador quanto a secagem completa do tanque de formulação;

#### **5.13 Partes acessórias**

5.13.1. O nebulizador deve ser equipado de filtro de solução tipo cartucho removível, posicionado em local de fácil acesso entre a saída da unidade de bombeamento de formulação e o bocal (nozzle);

5.13.2. As mangueiras flexíveis utilizadas no nebulizador para a condução da formulação e fluido de limpeza devem ser em nylon;

### **Bibliografia e Referencias**

CENTRO DE VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA – SP (CVE – SP FUNASA). Disponível em: <[http://www.sucen.sp.gov.br/base\\_dados/texto\\_tab\\_dengue\\_sp.htm](http://www.sucen.sp.gov.br/base_dados/texto_tab_dengue_sp.htm)>. Acesso em: 4 abril 2005.

DA COSTA, M. A. F. **Avaliação de desempenho operacional de um pulverizador pneumático costal motorizado utilizado no controle de mosquitos vetores de doenças**. Dissertação (Mestrado em Agronomia), 99 pp. – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, São Paulo. Piracicaba: 2002.

CLARK ENGINEERING TECHNOLOGIES INC. **Instruction manual and parts list – Model 1800 E ULV Fog Generator.** Roselle, IL USA, p. 01-54.

FLUID METERING INC. **Catálogo – Dispersers and metering pumps.** Disponível em: <<http://www.fluidmetering.co.uk>>. Acesso em: 4 de junho 2005.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). **Dengue – Instrução para o pessoal de combate ao vetor: Manual de normas técnicas** – 3 ed., Ministério da Saúde, Brasília: 2001.,p. 1-9

MARZOCHI KEYLA B. F., **Dengue endêmico: os desafios das estratégias de vigilância,** Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical 37 (5), set – out 2004. p. 413-415

REICHMENN, M. L., SANDOVALI, M. R., FORMAGGIA, D. M., *et al.*, **Orientação para controle de projeto de centro de controle de zoonoses (CCZ)** – 2 ed. , Instituto Pasteur, p. – 2 ,São Paulo, (2000).

SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE Brasília, DF. Disponível em: <[http://dtr2001.saude.gov.br/svs/epi/dengue/boletim/pdfs/be\\_dengue\\_04\\_2005.pdf](http://dtr2001.saude.gov.br/svs/epi/dengue/boletim/pdfs/be_dengue_04_2005.pdf)>. Acesso em: 5 abril 2005.

SUPERINTENDÊNCIA DE CONTROLE DE ENDEMIAS – SÃO PAULO (SP – SUCEN). Disponível em: <<http://www.sucen.sp.gov.br/doencas/index.htm>>. Acesso em: 4 abril 2005.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **Especification for equipment for vector control: Specification,** WHO/VBC/89.970, Genebra: 1989, p. 101-218.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **Engineering aspects of vector control operation: first report of WHO Expert Committee on vector biology and control,** Technical Report series No. 603, Genebra: 1977.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO World Health Organization – WHO. **Equipment for vector control,** 3 ed., Genebra: 1990, p. 1-74.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **Space spray application of insecticide for vector and public health pest control: A practitioner's guide,** Genebra: 2003, p. 7-35.

Pineda, J. M., **Aplicações Espaciais (UBV) Tecnologia de Aplicação,** Tradução do original por Eng.º Agr.º Paulo C. Silva, Fundação Nacional de Saúde, Assessoria de Descentralização e Controle de Doenças